Évaluation de structures et de scénarios d'élevage en suspension du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) aux Îles-de-la-Madeleine, Québec

Sylvie Brulotte, Mélanie Bourgeois, Michel Giguère, Denyse Hébert, Jean Côté, Sonia Dubé et Georges Cliche

Direction régionale des sciences
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

2008

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2808

Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications intégrales. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont indexés dans la base de données *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement d'origine dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contribute to existing knowledge but that are not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is indexed in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien
des sciences halieutiques et aquatiques 2808

2008

Évaluation de structures et de scénarios d'élevage en suspension du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) aux Îles-de-la-Madeleine, Québec

Sylvie Brulotte, Mélanie Bourgeois[1], Michel Giguère, Denyse Hébert[2], Jean Côté[3], Sonia Dubé et Georges Cliche[4]

Direction régionale des sciences
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

[1] Culti-mer, 55 Route 199, Fatima (Québec), G4T 2H6

[2] La Moule du Large inc., 11 chemin Turjo, Étang-du-Nord (Québec), G4T 3Y8

[3] Pec-Nord inc., 2800 Saint-Jean Baptiste, bureau 230, Québec (Québec), G2E 6J5

[4] Centre aquicole marin des Îles-de-la-Madeleine, MAPAQ, 107-125 chemin du Parc, Cap-aux-Meules (Québec), G4T 1B3

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2008
No de cat. Fs 97-6/2808F ISSN 0706-6570

On devra citer la publication comme suit :

Brulotte, S., M. Bourgeois, M. Giguère, D. Hébert, J. Côté, S. Dubé et G. Cliche. 2008. Évaluation de structures et de scénarios d'élevage en suspension du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) aux Îles-de-la-Madeleine, Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2808 : xii + 94 p.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des Tableaux v

Liste des Figures vii

Liste des Annexes ix

Résumé xi

Abstract xii

1. Introduction 1

2. Considérations biologiques liées à l'élevage en structure 1

3. Matériel et méthodes 4

3.1. Description des sites 4

3.2. Description des structures d'élevage 6

3.3. Expérimentation 8

3.4. Échantillonnages biologiques 12

3.4.1. Pétoncles 12

3.4.2. Prédateurs et salissures 12

3.5. Traitement des données 14

4. Résultats 16

4.1. Survie des pétoncles 16

4.1.1. Effet du site 19

4.1.2. Effet de la structure d'élevage 19

4.1.3. Effet du nettoyage 21

4.2. Perte de pétoncles 25

4.2.1. Effet du site 26

4.2.2. Effet de la structure d'élevage 27

4.2.3. Effet du nettoyage 28

4.3. Croissance des pétoncles 32

4.3.1. Effet du site 33

4.3.2. Effet de la structure d'élevage 34

4.3.3. Effet du nettoyage 37

4.4. Salissures 40

4.4.1. Prédateurs 40

4.4.2. Moule bleue et autres salissures 41

5. Discussion 48

5.1. Survie des pétoncles 48
5.2. Perte de pétoncles 50
5.3. Croissance des pétoncles 51
5.4. Salissures 53
5.5. Nettoyage des structures d'élevage 54
5.6. Saison de la mise à l'eau 55
5.7. Avantages et inconvénients des structures d'élevage 56
6. Remerciements 57
7. Références 57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Description des différentes structures d'élevage utilisées, nombre d'unités structurales qui les composent et nombre de pétoncles par unité et par structure. 6

Tableau 2. Taille moyenne initiale (± écart-type) des pétoncles géants selon la période de mise en élevage, le site, la structure et le lot utilisé. 9

Tableau 3. Nombre de structures installées (E_0), nettoyées (N_{1an}) et échantillonnées après six mois (E_{6m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}), par site et structure pour la mise en élevage de l'automne 2001. 10

Tableau 4. Nombre de structures installées (E_0), nettoyées (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}) et échantillonnées après trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}), par site, lot et structure pour la mise en élevage du printemps 2002. 11

Tableau 5. Regroupement des unités par structure selon la strate de profondeur, haut, moyen et bas. 15

Tableau 6. Survie moyenne (% ± écart-type) des pétoncles géants selon le site et la structure, sans et avec nettoyage (N_{1an}), six mois (E_{6m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 16

Tableau 7. Survie moyenne (% ± écart-type) des pétoncles géants selon le site, le lot et la structure, sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}), trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage du printemps 2002 17

Tableau 8. Perte moyenne (% ± écart-type) de pétoncles géants selon le site et la structure, sans et avec nettoyage (N_{1an}), six mois (E_{6m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. 25

Tableau 9. Perte moyenne (% ± écart-type) de pétoncles géants selon le site, le lot et la structure, sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}), trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage du printemps 2002 26

Tableau 10. Taille moyenne (mm ± écart-type) des pétoncles géants vivants selon le site et la structure, sans et avec nettoyage (N_{1an}), initiale (E_0), trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 32

Tableau 11. Taille moyenne (mm ± écart-type) des pétoncles géants vivants selon le site, le lot et la structure, sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}), initiale (E_0), trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage du printemps 2002. 33

Tableau 12. Poids humide moyen (kg ± écart-type) des structures immergées, incluant les pétoncles et les salissures, selon le site, le lot et la structure, sans et avec nettoyage (N_{4m}), un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. 43

Tableau 13. Poids humide moyen (kg ± écart-type) des salissures égouttées (sans les pétoncles et les prédateurs) selon la structure, sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an}, N_{18m}), deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage du printemps 2002 au site HAM. 44

Tableau 14. Poids secs (kg) des salissures récoltées au jet d'eau selon le site, le lot et la structure, sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage du printemps 2002.....44

Tableau 15. Recouvrements moyens (%) par les salissures, estimés à partir de photographies prises à la sortie de l'eau des structures, sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}), selon le site, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 et un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après celle du printemps 2002.....47

Tableau 16. Cotes moyennes de salissures, déterminées à partir de photographies prises à leur sortie de l'eau de boucles d'oreilles (BO), sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage du printemps 2002 au site HAM.....48

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation des sites expérimentaux (GE1, GE2 et HAM) d'élevage du pétoncle géant aux Îles-de-la-Madeleine en 2001 et 2002. 5

Figure 2. Photographies illustrant les différentes structures d'élevage utilisées. 7

Figure 3. Disposition de la grille d'analyse visuelle des salissures sur les photographies d'un filet à pochettes (FP), d'un panier japonais (PJ), d'une poche ostréicole (PO) et d'une lanterne Wang-Joncas (WJ). 13

Figure 4. Cotes de salissures utilisées pour l'analyse des photographies des paires de pétoncles géants installés en boucles d'oreilles (BO) au site HAM. 14

Figure 5. Survie moyenne des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM), la structure (BO, FP, PJ et WJ), sans et avec nettoyage, et la strate de profondeur (haut, moyen et bas), deux ans (A_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 et un an (B_{1an}) et deux ans (B_{2ans}) après celle du printemps 2002. 18

Figure 6. Survie moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP et WJ) sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 19

Figure 7. Survie moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP, PJ, PO et WJ) sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 20

Figure 8. Survie moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM), le lot (I-1999b, I-2000 et P-1999) et la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ) sans nettoyage, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. 22

Figure 9. Survie moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP, PJ, PO et WJ), sans ou avec nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. 23

Figure 10. Survie moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM), le lot (I-1999b, I-2000 et P-1999) et la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ), sans ou avec nettoyage, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. 24

Figure 11. Perte moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) de pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP et WJ) sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 27

Figure 12. Perte moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) de pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP, PJ, PO et WJ) sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 28

Figure 13. Perte moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) de pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM), le lot (I-1999b, I-2000 et P-1999) et la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ) sans nettoyage, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. 29

Figure 14. Perte moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) de pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP, PJ, PO et WJ), sans ou avec nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. 30

Figure 15. Perte moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) de pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM), le lot (I-1999b, I-2000 et P-1999) et la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ), sans ou avec nettoyage, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. 31

Figure 16. Taille moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants vivants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP et WJ) sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. 34

Figure 17. Taille moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants vivants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP, PJ, PO et WJ) sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. 35

Figure 18. Taille moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants vivants selon le site (GE1, GE2 et HAM), le lot (I-1999b, I-2000 et P-1999) et la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ) sans nettoyage, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. 36

Figure 19. Taille moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP, PJ, PO et WJ), sans ou avec nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. 38

Figure 20. Taille moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) de pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM), le lot (I-1999b, I-2000 et P-1999) et la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ), sans ou avec nettoyage, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. 39

Figure 21. Nombre de crabes communs selon le site (GE1, GE2 et HAM), la structure (FP, PJ et WJ), sans et avec nettoyage, et la strate de profondeur (haut, moyen et bas), deux ans (A_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 et un an (B_{1an}) et deux ans (B_{2ans}) après celle du printemps 2002. 40

Figure 22. Nombre d'étoiles de mer selon le site (GE1, GE2 et HAM), la structure (FP, PJ et WJ), sans et avec nettoyage, et la strate de profondeur (haut, moyen et bas), deux ans (A_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 et un an (B_{1an}) et deux ans (B_{2ans}) après celle du printemps 2002. 41

Figure 23. Nombre de moules bleues selon le site (GE1, GE2 et HAM), la structure (FP, PJ et WJ), sans et avec nettoyage, et la strate de profondeur (haut, moyen et bas), deux ans (A_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 et un an (B_{1an}) et deux ans (B_{2ans}) après celle du printemps 2002. 42

Figure 24. Exemples de salissures observées sur des boucles d'oreilles (BO), un filet à pochettes (FP), un panier japonais (PJ) et une lanterne Wang-Joncas (WJ), deux ans après la mise en élevage du printemps 2002 au site HAM. 45

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Analyse de coûts selon différents scénarios d'élevage du pétoncle géant dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine. 65

Annexe 2. Températures moyenne (°C ± écart-type), minimale et maximale par mois pour les lagunes de la Grande Entrée et du Havre aux Maisons en 2001, 2002 et 2004 (Source MAPAQ, Îles-de-la-Madeleine). 70

Annexe 3. Température (°C), salinité et chlorophylle *a* (µg/l) moyenne (± écart-type), minimale et maximale par mois pour la lagune du Havre aux Maisons du 27 novembre 2002 au 13 mai 2003 (Source MAPAQ, Îles-de-la-Madeleine). 71

Annexe 4. Dates de nettoyage et d'échantillonnage et unités dont les pétoncles géants ont été mesurés pour évaluer la croissance selon la période de mise en élevage (essai), le site, la structure et la ligne. 72

Annexe 5. Taille moyenne (mm ± écart-type) des pétoncles géants morts selon le site, le lot et la structure, sans ou avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an}, N_{18m}), initiale (E_0), six mois (E_{6m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 et initiale (E_0), trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après celle du printemps 2002. 79

Annexe 6. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des taux de survie des pétoncles géants entre les sites, avec deux structures sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. 80

Annexe 7. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des taux de survie des pétoncles géants entre les structures sans nettoyage par site, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 81

Annexe 8. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des taux de survie des pétoncles géants entre les structures sans nettoyage par site et lot, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002 82

Annexe 9. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des taux de survie des pétoncles géants entre les deux niveaux de nettoyage (sans et avec) par site et structure, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. 83

Annexe 10. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des taux de survie des pétoncles géants entre les deux niveaux de nettoyage (sans et avec) par site, lot et structure, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. 83

Annexe 11. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des pertes de pétoncles géants entre les sites, avec deux structures sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 84

Annexe 12. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des pertes de pétoncles géants entre les structures sans nettoyage par site, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 85

Annexe 13. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des pertes de pétoncles géants entre les structures sans nettoyage par site et lot, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002 86

Annexe 14. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des pertes de pétoncles géants entre les deux niveaux de nettoyage (sans et avec) par site et structure, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. 87

Annexe 15. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des pertes de pétoncles géants entre les deux niveaux de nettoyage (sans et avec) par site, lot et structure, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. 87

Annexe 16. Résultats de l'analyse de variance et du test a posteriori provenant de la comparaison de la taille des pétoncles géants vivants entre les sites, avec deux structures sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. 88

Annexe 17. Résultats de l'analyse de variance et du test a posteriori provenant de la comparaison de la taille des pétoncles géants vivants entre les structures sans nettoyage par site, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. 89

Annexe 18. Résultats de l'analyse de variance et du test a posteriori provenant de la comparaison de la taille des pétoncles géants vivants entre les structures sans nettoyage par site et lot, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. 90

Annexe 19. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison de la taille des pétoncles géants vivants entre les deux niveaux de nettoyage (sans et avec) par site et structure, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 91

Annexe 20. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison de la taille des pétoncles géants vivants entre les deux niveaux de nettoyage (sans et avec), par site, lot et structure, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002 91

Annexe 21. Dénombrement (*n*), taille moyenne, écart-type (É-t), taille minimale (Min) et taille maximale (Max) des crabes communs retrouvés, selon le site, le lot, la structure (Struc.), l'échantillonnage (Éch.) et le nettoyage (Nettoy. : sans et avec) pour les mises en élevage (Essai) de l'automne 2001 et du printemps 2002 92

Annexe 22. Dénombrement (*n*), taille moyenne, écart-type (É-t), taille minimale (Min) et taille maximale (Max) des étoiles de mer retrouvées, selon le site, le lot, la structure (Struc.), l'échantillonnage (Éch.) et le nettoyage (Nettoy. : sans et avec) pour les mises en élevage (Essai) de l'automne 2001 et du printemps 2002. 93

Annexe 23. Dénombrement (*n*), taille moyenne, écart-type (É-t), taille minimale (Min) et taille maximale (Max) des moules bleues retrouvées, selon le site, le lot, la structure (Struc.), l'échantillonnage (Éch.) et le nettoyage (Nettoy. : sans et avec) pour les mises en élevage (Essai) de l'automne 2001 et du printemps 2002. 94

RÉSUMÉ

Brulotte, S., M. Bourgeois, M. Giguère, D. Hébert, J. Côté, S. Dubé et G. Cliche. 2008. Évaluation de structures et de scénarios d'élevage en suspension du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) aux Îles-de-la-Madeleine, Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2808 : xii + 94 p.

La présente étude, réalisée entre 2001 et 2004, a été menée dans les lagunes de la Grande Entrée (sites GE1 et GE2) et du Havre aux Maisons (site HAM) aux Îles-de-la-Madeleine. Les objectifs principaux étaient de comparer la survie, les pertes et la croissance de pétoncles géants mis en élevage dans cinq types de structures et d'évaluer la quantité de salissures biologiques sur ces structures. Les structures testées étaient la boucle d'oreille (BO), le filet à pochettes (FP), le panier japonais (PJ), la poche ostréicole sur table (PO) et la lanterne Wang-Joncas (WJ). À l'automne 2001, les structures FP, PJ, PO et WJ ont été mises à l'eau aux trois sites, puis échantillonnées après six mois, un an et deux ans. Une deuxième mise à l'eau a été réalisée au printemps 2002 avec les cinq types de structures et des échantillonnages ont été effectués après trois mois, un an et deux ans. Certaines structures ont été nettoyées au cours des essais. Les taux de survie après deux ans de mise en élevage étaient en deçà de 40 % à l'essai 2001 et de 30 à 58 % à l'essai 2002. Deux causes de mortalité sont présumées, une première induite par les manipulations à la mise à l'eau des pétoncles et une seconde à l'automne 2002 d'origine environnementale, plus marquée dans la lagune de la Grande Entrée. Les résultats montrent un effet significatif du site et de la structure utilisée sur la survie des pétoncles. Deux ans après la mise en élevage de 2001, les pertes de pétoncles étaient plus importantes dans les structures FP et WJ (12 à 81 %) que dans les PJ et PO (moins de 8 %). Deux ans après la mise à l'eau de 2001, la taille moyenne des pétoncles est passée de 35-41 mm à 68-84 mm, selon le site et la structure. Les tailles moyennes les plus élevées ont été obtenues dans les structures FP à GE1 et GE2 et WJ à HAM. Les pétoncles mis en élevage en 2002 sont passés d'une taille de 64 mm à 84-99 mm après deux ans de croissance au site HAM. Dans l'ensemble, les pétoncles dans les structures BO et FP ont atteint les plus grandes tailles. La croissance dans les PO a été généralement inférieure aux valeurs observées dans les structures pélagiques testées. L'effet du nettoyage des structures sur la survie, les pertes et la croissance des pétoncles a été variable et aucune tendance apparente n'a été observée après un ou deux ans d'élevage. Pour les BO, des nettoyages effectués à des moments opportuns permettraient de minimiser le décrochement dû à la forte abondance de moules. Il y a peu de salissures sur le FP, son entretien est facile et il pourrait être mécanisé. La WJ est lourde, encombrante et difficile à entretenir à cause de la forte adhérence des salissures. La structure PO, sur table benthique, est volumineuse et difficile à manipuler. L'ensemble des résultats, techniques et biologiques, tend à démontrer que les structures BO et FP seraient les plus intéressantes à utiliser pour l'élevage en milieu lagunaire aux Îles-de-la-Madeleine. La survie et la croissance des pétoncles dans ces structures sont bonnes.

ABSTRACT

Brulotte, S., M. Bourgeois, M. Giguère, D. Hébert, J. Côté, S. Dubé et G. Cliche. 2008. Évaluation de structures et de scénarios d'élevage en suspension du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) aux Îles-de-la-Madeleine, Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2808 : xii + 94 p.

This study, which took place between 2001 and 2004, was conducted in the lagoons of Grande Entrée (GE1 and GE2 sites) and of Havre aux Maisons (HAM site) in the Îles-de-la-Madeleine. The principle objectives were to compare the survival, loss and growth of sea scallop cultures from five types of structures and assess the quantity of biological fouling on these structures. The tested structures were the earring (BO), the pocket net (FP), the pearl net (PJ), the oyster table net (PO) and the Wang-Joncas lantern (WJ). In the fall of 2001, the FP, PJ, PO and WJ structures were watered at the three sites, then sampled after six months, one year and two years. A second watering was made in the spring of 2002 with five types of structures, and samples were collected after three months, one year and two years. Some structures were cleaned during these tests. The survival rates after two culture years were under 40% for the 2001 test and between 30-58% for the 2002 test. There were two presumed causes of mortality, the first by handling during scallop watering operations, and the second was environmental in the fall of 2002, more noticeable in the Grande Entrée lagoon. Results showed a significant effect from the site and structure used on scallop survival. Two years after the 2001 cultures, scallop losses were more significant in the FP and WJ structures (12-81%) than in PJ and PO (under 8%). Two years after the watering, the mean size of culture scallops from 2001 increased from 35-41 mm to 68-84 mm, depending on the site and the structure. The highest mean sizes were obtained in the structures FP at GE1 and GE2 and WJ at HAM. Overall, the scallops from the BO and FP structures were largest. Growth in the PO was generally lower than the values observed in the pelagic structures tested. The effect of cleaning the structures on scallop survival, loss and growth varied and did not indicate any obvious trend between one and two culture years. For the BO, cleaning conducted at opportune moments would reduce detaching due to the high abundance of mussels. There was little fouling on the FP and cleaning was easy and could be done mechanically. The WJ was heavy, cumbersome and difficult to clean due to the strong adherence of fouling. The PO structure, on a benthic table, was bulky and difficult to handle. The overall results, technical and biological, appear to show that the BO and FP structures are likely the most interesting to use for cultures in the Îles-de-la-Madeleine lagoon environment. Scallop survival and growth in these structures was good.

1. INTRODUCTION

En 2005, 64 % de l'approvisionnement mondial de pétoncles provenaient de l'aquaculture, comblé à 98 % par la Chine et le Japon (FAO 2008). La majeure partie de ces productions passe par une étape de préélevage en suspension. Le panier japonais (« pearl net »), très utilisé en ce moment pour l'élevage en suspension, a été introduit en 1965 (Ito et Byakuno 1989). Les structures d'élevage en suspension à multiples niveaux sont apparues dans les mêmes années.

Sur le plan technologique, le Québec s'inspire principalement du Japon et de la Nouvelle-Zélande pour l'élevage en suspension et sur le fond du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus)* (Cliche *et al.* 1999). Avant l'implication de la Chine en pectiniculture, le coût des structures utilisées pour l'élevage en suspension limitait leur usage au Québec (Gilbert et Leblanc 1991). La réduction des coûts du matériel d'élevage, l'amélioration des techniques et leur mécanisation au cours de la dernière décennie laissent toutefois entrevoir la possibilité de rentabiliser l'élevage en suspension.

Les recherches, réalisées antérieurement tant au Québec que dans les provinces maritimes, ont porté sur diverses structures d'élevage (Wildish *et al.* 1988, Coté *et al.* 1993, Claereboudt *et al.* 1994a et b, Dabinett et Couturier 1994, Parsons et Dadswell 1994, Penney et Mills 1997). Les activités de recherche effectuées aux Îles-de-la-Madeleine depuis 1992 ont également permis de comparer quelques techniques d'élevage (Cliche et Carrier 1998 et 2002, Cliche et Giguère 1998, Nadeau et Carrier 2000, Cliche *et al.* 2003, Côté 2003, RMQ 2007). Plus récemment, une équipe du Centre collégial de transfert de technologie des pêches de Grande-Rivière (Québec) a comparé cinq types de structures d'élevage du pétoncle géant dans la baie de Gaspé (Girault *et al.* 2005).

Plusieurs composantes peuvent influer sur le rendement d'une production de pétoncles en suspension. Ces composantes sont de nature abiotique (profondeur, courant, température et salinité de l'eau), biologique (survie et croissance des pétoncles, salissures et prédation) et technique (structure d'élevage, date de mise à l'eau, temps consacré à l'entretien des structures et des élevages). L'impact de plusieurs de ces variables sur l'élevage du pétoncle en structure est détaillé à la section suivante.

La présente étude, réalisée entre 2001 et 2004, a été menée dans les lagunes de la Grande Entrée et du Havre aux Maisons aux Îles-de-la-Madeleine. Les objectifs principaux étaient de comparer la survie, les pertes et la croissance de pétoncles géants mis en élevage dans cinq types de structures à trois sites lagunaires et d'évaluer la quantité de salissures biologiques sur ces structures. Les structures d'élevage étudiées étaient : la boucle d'oreille, le filet à pochettes (« pocket net »), le panier japonais, la poche ostréicole sur table et la lanterne Wang-Joncas. Il y a eu deux périodes de mise en élevage, soit à l'automne 2001 et au printemps 2002. De plus, une partie des structures ont été nettoyées au cours des essais. Les coûts de divers scénarios d'élevage ont également été regardés (Annexe 1).

2. CONSIDÉRATIONS BIOLOGIQUES LIÉES À L'ÉLEVAGE EN STRUCTURE

La température, la salinité, la concentration en particules organiques et inorganiques, le brassage, la quantité d'oxygène dissous, la densité des pétoncles, les salissures et les prédateurs sont autant de variables pouvant réduire la survie des pétoncles mis en élevage (Yamamoto 1956, Stevens

1987, Strand *et al.* 1993, Hernandez-Llamas et Gomez-Munoz 1996, Freites *et al.* 1999, Grecian *et al.* 2000, Lodeiros et Himmelman 2000). Le pétoncle géant supporte bien des températures de 0 à 18 °C et des salinités comprises entre 25 à 32 (Dickie 1958, Couturier *et al* 1995), mais il est sensible aux grandes variations de température et de salinité (Stewart et Arnold 1994). Une température supérieure à 23 °C provoque une mortalité accrue (Frenette et Parsons 2001). Une concentration en particules inorganiques trop élevée peut également altérer la condition des pétoncles ou causer leur mort (Stevens 1987, Cranford et Gordon 1992, Stewart et Arnold 1994).

Les structures d'élevage ne protègent que partiellement les pétoncles de la prédation, car il est difficile d'empêcher l'intrusion des larves et des juvéniles de prédateurs. Les juvéniles de pétoncle sont très vulnérables à l'étoile de mer, *Asterias* sp., et au crabe commun, *Cancer irroratus*, (Barbeau et Scheibling 1994, Barbeau *et al.* 1994a et b, Barbeau *et al.* 1998, Nadeau et Cliche 1998 et 2000).

Les pétoncles géants ont de bonnes capacités natatoires (Dadswell et Weihs 1990, Manuel et Dadswell 1991), mais leur confinement à de fortes densités dans des structures entrave considérablement leur liberté de mouvement et de fuite en présence de prédateurs, ce qui réduit leur chance de survie. La colonisation des structures par d'autres organismes, entre autres les moules, amplifie parfois ce phénomène. Un tel confinement peut également diminuer la condition des pétoncles, dont la résistance des coquilles aux pressions mécaniques (Parsons et Dadswell 1992, Lafrance 2002, Grefsrud et Strand 2006).

Les pétoncles sont relativement intolérants à un environnement pauvre en oxygène (Bricelj et Shumway 1991). La circulation de l'eau est souvent réduite à l'intérieur des structures d'élevage (Grecian *et al.* 2000), ce qui limite les apports en oxygène et l'évacuation des déchets organiques. L'accumulation des salissures biologiques peut colmater les structures et limiter encore davantage la circulation interne. Les épibiontes présents dans et sur les structures peuvent concurrencer avec les pétoncles pour l'oxygène et la nourriture. Ces organismes peuvent également entraver l'ouverture des valves des pétoncles (Bricelj et Shumway 1991), ce qui aura, dans des cas extrêmes, un effet sur leur survie.

La croissance des pétoncles est également dépendante d'une combinaison de facteurs abiotiques et biotiques dont la température, la concentration des particules organiques et inorganiques, la profondeur, la vitesse et l'orientation du courant, les salissures et la densité des pétoncles (Bricelj et Shumway 1991, Dadswell et Parsons 1991, MacDonald et Bajdik 1992, Wildish et Saulnier 1992 et 1993, Emerson *et al.* 1994, Cranford 1995, Hernandez-Llamas et Gomez-Munoz 1996, Kleinman *et al.* 1996, Freites *et al.* 1999, Pilditch et Grant 1999a et b, Roman *et al.* 1999, Garcia-Esquivel *et al.* 2000, Grecian *et al.* 2000).

La croissance des pétoncles est positivement corrélée avec la température de l'eau (Wildish et Saulnier 1992) et son impact est plus marqué lors d'un stress nutritif (Pilditch et Grant 1999a). La croissance est souvent reliée à la quantité de nourriture disponible, qui est elle-même en lien avec la densité des organismes et la profondeur du site d'élevage (Roman *et al.* 1999, Grecian *et al.* 2000). Pilditch *et al.* (1997) ont observé qu'un faible changement de topographie pouvait être bénéfique aux pétoncles en concentrant les particules organiques. La croissance n'est toutefois optimale qu'à une concentration modérée de phytoplancton (Bricelj et Shumway 1991). Emerson *et al.* (1994) ont d'ailleurs noté qu'à des concentrations élevées de seston, la croissance du pétoncle géant juvénile était inhibée. L'augmentation des particules inorganiques a un impact négatif sur l'absorption des particules organiques, du carbone organique et de l'azote organique

par le pétoncle géant (Cranford 1995). Des impacts négatifs sur la croissance des tissus mous ont été notés à des concentrations d'argile bentonite de 6 mg/l (Cranford et Gordon 1992). Il semble que les pétoncles situés dans des structures fortement colonisées, à plus grande profondeur ou dans des structures benthiques, ont plus de chances d'être soumis à de fortes concentrations de particules inorganiques et d'avoir une croissance réduite.

L'efficacité de filtration des pétoncles est fortement influencée par la vélocité du courant (Wildish *et al.* 1987, Wildish et Saulnier 1993). La filtration est optimale jusqu'à 10 cm/s chez le pétoncle géant (Wildish et Saulnier 1993), mais inhibée à des vitesses supérieures à 13,5 cm/s, surtout chez les jeunes (Wildish et Saulnier 1992). L'effet inhibiteur d'un courant fort est toutefois atténué lorsque la quantité de seston est suffisante (Wildish *et al.* 1992). La géométrie de la structure d'élevage, l'hydrodynamisme du site d'élevage et l'abondance des salissures peuvent donc avoir un effet sur le courant et par conséquent sur la croissance des individus en élevage.

Les pétoncles géants ont un taux de croissance et un poids significativement plus élevés lorsque leur orientation est optimale par rapport au courant (Wildish et Saulnier 1992). Ce fait a également été noté pour *Argopecten irradians concentricus* (Eckman *et al.* 1989). Toutefois, lorsque le courant est faible, l'effet de l'orientation sur la croissance est négligeable. Le type de structure utilisé et la position des pétoncles pourraient donc influencer leur croissance.

En théorie, les filières flottantes permettent de maintenir les pétoncles dans des conditions optimales de croissance et de survie (Wildish *et al.* 1988, Dadswell et Parsons 1991, Thórarinsdóttir 1994) comparativement à leur habitat naturel sur le fond. Les organismes se retrouvent alors dans un milieu où la nourriture est abondante et où il y a généralement moins de prédateurs. Par contre, l'ajout de bouées, de cordages, d'ancrages, de structures d'élevage et de pétoncles dans un plan d'eau offre beaucoup de surfaces à coloniser (Soldatova *et al.* 1985). Les salissures biologiques, c'est-à-dire les organismes qui se fixent sur les structures ou sur les pétoncles, constituent un problème sérieux pour l'élevage en structure (Armstrong *et al.* 1999, Uribe et Etchepar 2002). Cette communauté est composée de bivalves (moules et saxicaves principalement), d'échinodermes (étoiles de mer), de crustacés (crabes et balanes), d'algues, de tuniciers, d'hydrozoaires, de bryozoaires, d'éponges et de vers (Soldatova *et al.* 1985, Dadswell et Parsons 1991, Kashin et Maslennikov 1993, Parsons et Dadswell 1994, Kurata *et al.* 1996, Lu et Blake 1997, Armstrong *et al.* 1999, Roman *et al.* 1999, Lopez *et al.* 2000).

Les salissures peuvent entrer en compétition avec les pétoncles pour la nourriture et pour l'espace; elles peuvent aussi bloquer la charnière ou empêcher l'ouverture des valves (Soldatova *et al.* 1985, Paul et Davies 1986, Bricelj et Shumway 1991, Lu et Blake 1997). Le colmatage des structures peut limiter la circulation d'eau et la disponibilité de la nourriture (Paul et Davies 1986, Wildish *et al.* 1988, Parsons et Dadswell 1994). Il a été observé que la colonisation des structures, ou des pétoncles, par d'autres organismes pouvait induire de la mortalité ou réduire la croissance des pétoncles (Coté *et al.* 1993, Dabinett et Couturier 1994, Lodeiros et Himmelman 2000). De plus, la colonisation des coquilles altère souvent l'apparence et la valeur des pétoncles vendus en coquille (Osterling 1992, Dabinett et Couturier 1994). Finalement, les salissures engendrent des coûts supplémentaires pour l'entretien des structures flottantes ou pour maintenir leur flottabilité (Qisheng *et al.* 2002).

Plusieurs méthodes de contrôle des salissures ont été évaluées pour limiter une colonisation trop intensive (Davies et Paul 1986, Davies *et al.* 1986, Paul et Davies 1986). Le lavage ou le

remplacement fréquent des structures s'avèrent être des techniques efficaces et non dommageables (Gallagher 1999, Roman *et al.* 1999), bien qu'elles soient laborieuses et coûteuses. Cette option tend néanmoins à prendre de l'ampleur et la mécanisation de ces opérations est en plein essor pour plusieurs types de structures d'élevage du pétoncle. Il est également possible de réduire les salissures par le choix judicieux du site d'élevage, en favorisant les milieux ouverts (Kashin et Maslennikov 1993, Claereboudt *et al.* 1994a), en ajustant la profondeur d'immersion (Fusui *et al.* 1991, Kashin et Maslennikov 1993, Claereboudt *et al.* 1994a, Gaudet 1994, Roman *et al.* 1999) et la saison d'immersion (Parsons et Dadswell 1994, Dadswell 2001). Les études de Minchin et Duggan (1989) et de Ross *et al.* (2004) ont démontré que le contrôle biologique des salissures était aussi possible par l'ajout de prédateurs spécifiques.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1. DESCRIPTION DES SITES

L'étude a été réalisée à trois sites d'élevage aux Îles-de-la-Madeleine, soit GE1 et GE2 dans la lagune de la Grande Entrée et HAM dans la lagune du Havre aux Maisons (Figure 1). Les sites GE1, GE2 et HAM ont une profondeur d'environ 6 m. Les filières ont été installées à environ 2 m sous la surface de l'eau. Le site GE1 est plus exposé au vent estival du sud que les sites GE2 et HAM. L'automne et l'hiver, les vents dominants du nord affectent davantage les sites GE2 et HAM. Toutefois, la présence d'un couvert de glace de décembre à avril sur les lagunes (Werstink 2007) tend à réduire les perturbations.

Aux Îles-de-la-Madeleine, le temps de renouvellement de l'eau dans les lagunes est lent (Koutitonsky et Booth 1996, Koutitonsky et Tita 2004). Dans la lagune de la Grande Entrée, il peut varier entre 20 et 40 jours selon la force des vents. Le marnage, quoique faible dans cette région (de 0,7 m), peut provoquer de forts courants dans les chenaux situés aux embouchures des lagunes et atteindre jusqu'à 100 cm/s (Koutitonsky et Booth 1996). Ces courants de marée sont moins perceptibles dans les secteurs profonds des lagunes où sont localisés les sites expérimentaux (1 à 6 cm/s). La faible profondeur d'eau et les vents omniprésents limitent la formation d'une thermocline estivale et assurent l'oxygénation de l'eau dans les lagunes de la Grande Entrée et du Havre aux Maisons.

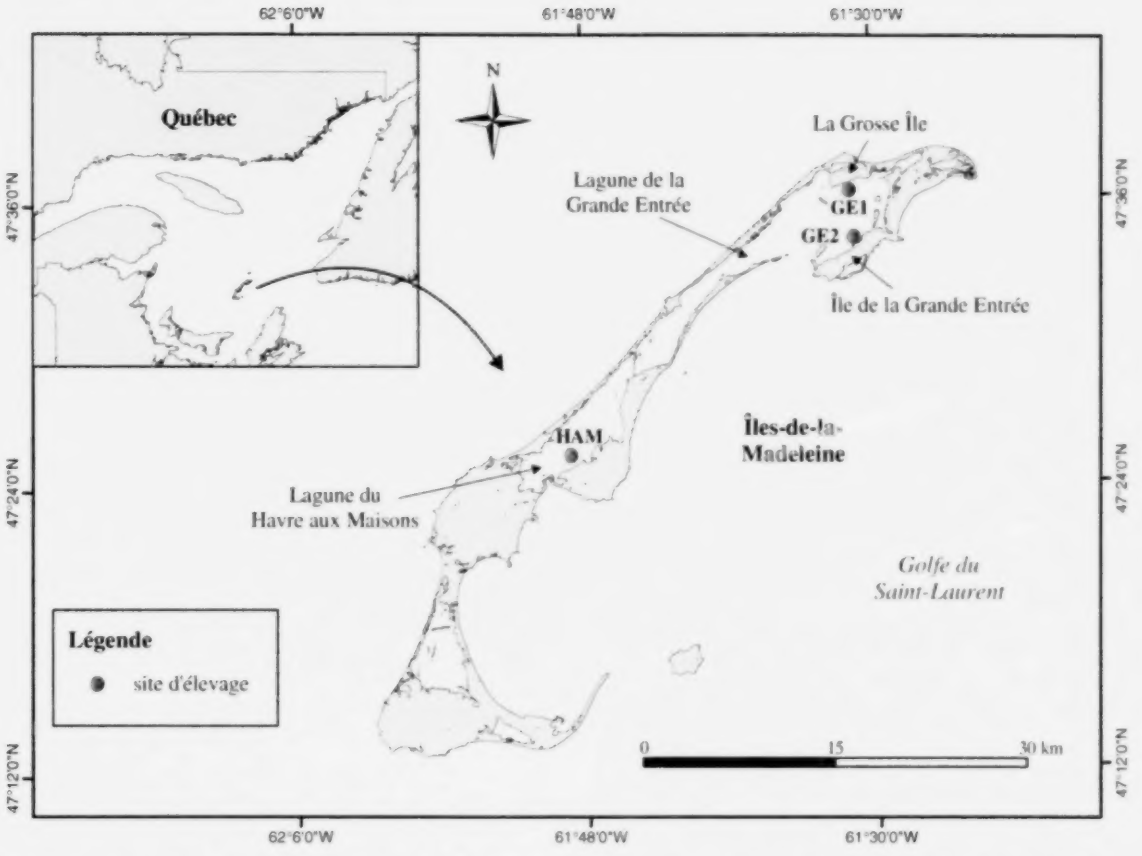


Figure 1. Localisation des sites expérimentaux (GE1, GE2 et HAM) d'élevage du pétoncle géant aux Îles-de-la-Madeleine en 2001 et 2002.

Les principaux facteurs qui contrôlent la circulation de l'eau à l'intérieur des lagunes de la Grande Entrée et du Havre aux maisons sont les marées et les vents (Koutitonsky et Booth 1996, Koutitonsky *et al.* 2002, Werstink 2007). La faible profondeur des lagunes, leur communication étroite (chenal) avec le golfe du Saint-Laurent et le brassage continuel de l'eau par le vent font en sorte que, dans les lagunes, la température de l'eau est liée étroitement à la température de l'air (Giguère et Poirier 1980, Myrand 1991). D'autre part, étant donné l'apport limité d'eau douce dans les lagunes de la Grande Entrée et du Havre aux Maisons, la salinité de l'eau y est similaire à celle du golfe du Saint-Laurent (Giguère et Poirier 1980, Werstink 2007). L'environnement particulaire (taille, concentration et composition des particules en suspension et activité photosynthétique) retrouvé dans la lagune de la Grande Entrée est semblable à celle du golfe du Saint-Laurent (Roy *et al.* 1991).

Des données de température ont été prises par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) à proximité des sites expérimentaux à l'aide de thermographes (SEALOG-T V01.04) en 2001 et 2002 pour la lagune de la Grande Entrée et en 2001, 2002 et 2004 pour la lagune du Havre aux Maisons (Annexe 2). En 2002, la température moyenne (± écart-type) estivale, soit de juillet à septembre, a atteint 20,3 ± 2,5 °C et

17,0 ± 2,0 °C dans les lagunes de la Grande Entrée et du Havre aux Maisons respectivement. Les moyennes mensuelles respectives les plus élevées pour ces deux lagunes, soit 22,7 ± 1,7 °C et 19,0 ± 0,9 °C, ont été observées en août 2002. Les données disponibles pour 2001 et 2004 affichent les mêmes tendances. Toutefois, des températures journalières de plus de 23 °C ont été observées durant 11 jours en août 2002 dans la lagune de la Grande Entrée.

De novembre 2002 à mai 2003, des données de température, de salinité et de chlorophylle *a* ont été récoltées par le MAPAQ (CSTD-YSI modèle 6600-M avec sonde à chlorophylle YSI-6025) dans la lagune du Havre aux Maisons (Annexe 3). Durant cette période, la température moyenne a été de -0,4 ± 1,8 °C, la salinité moyenne de 31,7 ± 1,4 et la chlorophylle *a* moyenne de 2,08 ± 2,02 µg/l. Les moyennes mensuelles les plus basses ont été notées en janvier, mai et novembre respectivement pour la température, la salinité et la chlorophylle *a*. Les moyennes mensuelles les plus élevées ont été observées en mai pour la température et en mars pour la salinité et la chlorophylle *a*.

3.2. DESCRIPTION DES STRUCTURES D'ÉLEVAGE

Les différentes structures testées étaient : la ligne de boucles d'oreilles (BO), le filet à pochettes (FP), la ligne de paniers japonais (PJ), la poche ostréicole (PO) sur table et la lanterne Wang-Joncas (WJ) (Tableau 1 et Figure 2). La ligne BO compte 20 paires de pétoncles disposées à la verticale et distancées chacune de 11 cm. Chaque pétoncle était attaché de part et d'autre de la corde au niveau des oreillettes. Le filet FP a une maille de 15 mm et compte 15 pochettes superposées pour une hauteur totale de 2,25 m et une largeur de 0,60 m. La ligne PJ est composée d'une chaine de 5 paniers japonais pyramidaux recouverts chacun d'un filet de 9 mm de maille, distancés les uns des autres de 0,3 m.

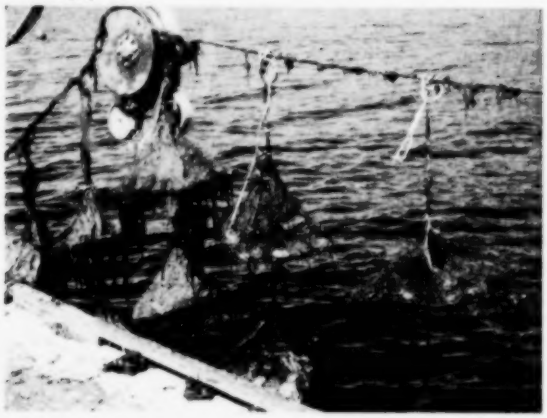
Tableau 1. Description des différentes structures d'élevage utilisées, nombre d'unités structurales qui les composent et nombre de pétoncles par unité et par structure.

Nom	Unité	Unités / structure (nombre)	Pétoncles / unité (nombre)	Pétoncles / structure (nombre)
Boucle d'oreille (BO)	paire	20	2	40
Filet à pochettes (FP)	pochette	15	6	90
Panier japonais (PJ)	panier	5	40	200
Poche ostréicole (PO)	poche	6	100	600
Lanterne Wang-Joncas (WJ)	soucoupe	10	9	90

BO : boucles d'oreilles

FP : filet à pochettes

PJ : paniers japonais



PO : poches ostréicoles sur table

WJ : lanterne Wang-Joncas

FP et WJ

Figure 2. Photographies illustrant les différentes structures d'élevage utilisées.

La ligne PO regroupe 6 poches ostréicoles fabriquées à partir d'une trame rigide de Vexar™ de 9 mm de maillage, chaque poche mesurant 0,83 m x 0,46 m x 0,10 m. Les six poches d'une même ligne sont déposées sur une table (structure métallique) qui repose sur le fond, ce qui a pour effet de maintenir les pétoncles à 0,6 m au-dessus du fond. La lanterne WJ est un assemblage vertical de 10 soucoupes suspendues les unes sous les autres, l'ensemble mesurant environ 2 m de haut. Chaque soucoupe comprend 9 cavités embossées de 0,11 m de diamètre, de telle sorte que 9 pétoncles peuvent s'y loger, et recouverte d'un filet protecteur de 20 mm de maille.

À HAM, il y avait deux filières, une pour les PO et une pour les autres structures et ce, aux deux périodes de mise à l'eau. À GE1 et GE2, toutes les structures ont été regroupées sur une seule filière en 2001. Par contre, à l'essai de 2002, deux filières ont été utilisées à chaque site pour installer les structures. Les filières étaient similaires à celles utilisées par les entreprises pectinicoles commerciales. Chaque filière mesurait 80 m de long avec une bouée et un poids aux 3 m. Les filières étaient distantes les unes des autres d'environ 22 m à GE1 et GE2 et 12 m à HAM. Chaque structure a été identifiée avec une étiquette numérotée avant de les attacher sur les filières. Chaque poche avait sa propre étiquette. Les PO, à la différence des autres structures, étaient déposées directement sur une table sur le fond reliée aux filières par un câble pour faciliter leur repérage. Les structures identiques étaient regroupées sur la filière et chaque groupe était séparé par une bouée, à l'exception des tables PO qui étaient attachées individuellement à la filière et munies d'une bouée. Le nombre de structures installées entre deux bouées (groupe) a varié selon le site. À GE1 et GE2, les groupes comptaient six structures, tandis qu'à HAM les groupes étaient constitués de 7 BO, de 3 FP, de 5 PJ ou de 3 WJ. L'agencement des groupes sur les filières a été déterminé au hasard.

3.3. Expérimentation

Différents scénarios expérimentaux ont été étudiés afin de déterminer l'effet du site (GE1, GE2 et HAM), de la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ) et du nettoyage (avec ou sans) des structures. Les indicateurs sélectionnés pour évaluer ces scénarios ont été la survie, les pertes, la taille (croissance) des pétoncles ainsi que la quantité de salissures biologiques sur les structures.

Quatre lots de pétoncles ont été utilisés selon le site et la période de mise en élevage (Tableau 2). Les lots I-1999a, I-1999b et I-2000 ont été fournis par la compagnie IMAQUA et le lot P-1999 par l'entreprise Pétoncles 2000 inc. Ces pétoncles provenaient de 2 cohortes différentes, soit 1999 et 2000. Les pétoncles des lots I-1999a et I-1999b provenaient de la cohorte 1999, mais ont été utilisés à des moments différents et, par conséquent, avaient des tailles initiales différentes, soit I-1999a à l'automne 2001 et I-1999b au printemps 2002.

La taille moyenne initiale des pétoncles variait entre 37,6 mm et 63,9 mm selon le lot. Des pétoncles provenant du lot I-1999a ont été distribués dans toutes les structures immergées aux trois sites expérimentaux à l'automne 2001. Au printemps 2002, des pétoncles du lot I-2000 ont été placés dans les structures de GE2 et la majorité de celles de GE1. Les quelques structures restantes de GE1 ont été complétées avec des pétoncles du lot I-1999b. Les pétoncles immergés à HAM en 2002 venaient du lot P-1999.

Tableau 2. Taille moyenne initiale (± écart-type) des pétoncles géants selon la période de mise en élevage, le site, la structure et le lot utilisé.

Période	Site	Structure	Lot	Pétoncles mesurés (*n*)	Taille moyenne (mm)
Automne 2001	GE1	FP	I-1999a	360	38,6 ± 4,2
		PJ	I-1999a	100	40,9 ± 5,3 [1]
		PO	I-1999a	100	40,9 ± 5,3 [1]
		WJ	I-1999a	432	37,7 ± 4,1
	GE2	FP	I-1999a	360	38,0 ± 4,2
		PJ	I-1999a	100	40,9 ± 5,3 [1]
		PO	I-1999a	100	40,9 ± 5,3 [1]
		WJ	I-1999a	432	38,5 ± 4,2
	HAM	FP	I-1999a	648	35,2 ± 3,7
		WJ	I-1999a	432	38,4 ± 2,9
Printemps 2002	GE1	FP	I-2000	564	40,5 ± 3,2
		PJ	I-2000	156	36,1 ± 4,7 [2]
		PO	I-2000	156	36,1 ± 4,7 [2]
		WJ	I-2000	648	40,0 ± 2,7
		FP	I-1999b	99	56,7 ± 9,8 [3]
		PJ	I-1999b	99	56,7 ± 9,8 [3]
	GE2	PJ	I-2000	156	36,1 ± 4,7 [2]
		PO	I-2000	156	36,1 ± 4,7 [2]
		WJ	I-2000	648	41,6 ± 2,8
	HAM	BO	P-1999	324	64,1 ± 4,7
		FP	P-1999	648	63,9 ± 4,7
		PJ	P-1999	100	64,2 ± 4,6
		WJ	P-1999	601	63,6 ± 4,2
Global			**I-1999a**		**37,6 ± 4,2**
			I-1999b		**56,7 ± 9,8**
			I-2000		**40,2 ± 3,4**
			P-1999		**63,9 ± 4,5**

[1] Même sous-échantillon de 100 pétoncles.
[2] Même sous-échantillon de 156 pétoncles.
[3] Même sous-échantillon de 99 pétoncles.

Les types de structures utilisés ont varié entre les trois sites et les deux périodes de mise à l'eau (Tableaux 3 et 4). Ils ont été choisis en fonction des scénarios de production de chacune des entreprises impliquées dans le projet. La lanterne WJ a été utilisée à tous les sites et lors des deux périodes de mise à l'eau. Le filet FP a été installé partout en 2001 et 2002, sauf au site GE2 en 2002. À l'exception de HAM en 2001, le panier PJ a été placé partout et lors des deux essais.

La poche PO a été essayée seulement à GE1 et GE2 et la structure BO seulement lors de l'essai initié en 2002 à HAM.

La mise à l'eau (E_0) de l'automne 2001 des structures remplies de pétoncles a été effectuée le 24-11-2001 à GE1 et GE2 et le 30-11-2001 à HAM. Des échantillonnages étaient prévus après six mois (E_{6m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}). Toutefois, les dates réelles d'échantillonnage ont légèrement varié selon les conditions climatiques et la disponibilité des entreprises (Annexe 4). Le suivi expérimental s'est étendu jusqu'au 17-10-2003, 10-10-2003 et 22-11-2003 aux sites GE1, GE2 et HAM respectivement. Chaque structure a été échantillonnée une seule fois, sauf trois structures FP de l'essai de 2001 à GE1 qui ont été échantillonnées deux fois (E_{6m} et E_{2ans}) et nettoyées une fois entre ces deux échantillonnages (N_{1an}). Le quart des structures a été nettoyé environ un an après leur mise à l'eau (N_{1an}), soit en septembre et octobre 2002 (Tableau 3 et Annexe 4). Les structures nettoyées ont été échantillonnées à la toute fin de la période expérimentale, soit deux ans après leur mise à l'eau (E_{2ans}). Dans tous les cas, les structures ont été nettoyées sur le bateau, à l'aide d'un jet d'eau sous pression, puis remises à l'eau. Chaque structure a été nettoyée une seule fois, sauf deux WJ de l'essai 2002 à HAM qui ont subi deux nettoyages (N_{1an} et N_{18m}).

Tableau 3. Nombre de structures installées (E_0), nettoyées (N_{1an}) et échantillonnées après six mois (E_{6m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}), par site et structure pour la mise en élevage de l'automne 2001.

Site	Structure	Installées	Nettoyées	Échantillonnées [1]		
		E_0	N_{1an}	E_{6m}	E_{1an}	E_{2ans}
GE1	FP	12 [2]	7	3	3	$2 + 4N_{1an}$ [3]
	PJ	12	3	3	3	$3 + 3N_{1an}$
	PO	12	3	3	3	$3 + 3N_{1an}$
	WJ	12	3	3	3	$3 + 3N_{1an}$
GE2	FP	12	3	3	3	$3 + 3N_{1an}$
	PJ	12	3	3	3	$3 + 3N_{1an}$
	PO	12	3	3	3	$3 + 3N_{1an}$
	WJ	12	3	3	3	$3 + 3N_{1an}$
HAM	FP	12	3	3	3	$3 + 3N_{1an}$
	WJ	12 [4]	3	3	3	$2 + 3N_{1an}$

[1] Les chiffres indiquent les nombres de structures, sans et avec nettoyage (N_{1an}), échantillonnés.
[2] Trois structures n'ont jamais été échantillonnées.
[3] Trois des quatre structures nettoyées ont été échantillonnées à E_{6m} puis remise à l'eau, nettoyées à N_{1an} et échantillonnées une seconde fois à E_{2ans}.
[4] Une structure perdue.

L'essai du printemps 2002 a démarré le 06-06-2002 à GE1, le 18-06-2002 à GE2 et le 26-06-2002 à HAM. Des échantillonnages étaient prévus après trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) (Annexe 4). Le suivi expérimental a pris fin le 24-06-2004, le 13-06-2003 et le 10-06-2004 pour les sites GE1, GE2 et HAM respectivement. Plusieurs structures ont été perdues entre juin 2003 et juin 2004. Les glaces seraient possiblement la cause des pertes. À GE2, les deux filières ont été perdues, tandis qu'à GE1 une partie d'une filière, où se retrouvaient tous les PJ et quelques FP, était encore en place.

Il y a eu deux nettoyages des structures, soit quatre mois (N_{4m}) et un an (N_{1an}) après la mise à l'eau du printemps 2002 (Tableau 4 et Annexe 4). De plus, à HAM un troisième nettoyage a été effectué après 18 mois (N_{18m}). Le nombre de nettoyages et de structures nettoyées a varié selon le site et le type de structure. Les structures ont été nettoyées sur le bateau à l'aide d'un jet d'eau sous pression, à l'exception des BO, aux nettoyages N_{4m} et N_{1an}, où les pétoncles ont été grattés à la main. Après leur nettoyage, les structures ont été immédiatement remises à l'eau. Au premier échantillonnage (E_{3m}), aucune structure nettoyée n'a été échantillonnée.

Tableau 4. Nombre de structures installées (E_0), nettoyées (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}) et échantillonnées après trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}), par site, lot et structure pour la mise en élevage du printemps 2002.

Site et lot	Structure	Installées	Nettoyées			Échantillonnées [1]		
		E_0	N_{4m}	N_{1an}	N_{18m}	E_{3m}	E_{1an}	E_{2ans}
GE1 – I-2000								
	FP	19	6	3	0	0	$3 + 3N_{4m}$	0 [2]
	PJ	19	6	3	0	3	$3 + 3N_{4m}$	$4 + 3N_{4m} + 3N_{1an}$
	PO	18	6	3	0	3	$3 + 3N_{4m}$	0 [2]
	WJ	18	6	3	0	3	$3 + 3N_{4m}$	0 [2]
GE1 – I-1999b								
	FP	14	3	0	0	3	$3 + 3N_{4m}$	5
	PJ	16	3	0	0	6	$3 + 3N_{4m}$	4
GE2 – I-2000								
	PJ	18	6	0	0	3	3 [3] + $3N_{4m}$ [3]	0 [2]
	PO	18	6	3	0	3	$3 + 3N_{4m}$	0 [2]
	WJ	18	6	3	0	3	$3 + 3N_{4m}$	0 [2]
HAM – P-1999								
	BO	18 [4]	6	3	2	3	$3 + 3N_{4m}$	$1 + 3N_{4m} + 3N_{1an} + 1N_{18m}$
	FP	18	6	3	3	3	$3 + 3N_{4m}$	$3N_{4m} + 3N_{1an} + 3N_{18m}$
	PJ	18	6	3	3	3	$3 + 3N_{4m}$	$3N_{4m} + 3N_{1an} + 3N_{18m}$
	WJ	17	6	3	2 [5]	3	$3 + 3N_{4m}$	$2 + 3N_{4m} + 1N_{1an} + 2N_{18m}$

[1] Les chiffres indiquent les nombres de structures, sans et avec nettoyage (N_x), échantillonnés.
[2] Structures perdues entre juin 2003 et juin 2004.
[3] Structures échantillonnées et photographiées, mais les dénombrements et les mesures des pétoncles ont été perdues.
[4] Une structure perdue.
[5] Structures ayant subi deux nettoyages (N_{1an} et N_{18m}).

3.4. ÉCHANTILLONNAGES BIOLOGIQUES

3.4.1. Pétoncles

Un total de 25 680 pétoncles et 120 structures ont été installés à l'essai de l'automne 2001, comparativement à 45 880 pétoncles et 229 structures à l'essai du printemps 2002. À chaque suivi, les structures échantillonnées, choisies au hasard, ont été récupérées par bateau, à l'aide d'un treuil hydraulique, ou en plongée (PO), et ramenées à terre pour leur analyse.

Pour évaluer la survie et les pertes des pétoncles mis en élevage, un dénombrement des pétoncles vivants et morts a été effectué par structure récupérée et pour chaque unité. Des mesures de taille (distance de la charnière à la marge opposée en mm) ont également été prises sur les individus vivants et morts. Pour diminuer le nombre de manipulations, seulement les pétoncles récupérés à des étages (unités) préétablis, selon la structure et la date d'échantillonnage, ont été mesurés (Annexe 4). Lorsque le nombre de pétoncles vivants mesurés était insuffisant dans l'unité présélectionnée, les pétoncles d'autres unités, situées à proximité, étaient mesurés.

3.4.2. Prédateurs et salissures

Au moment de la récupération des structures, des notes ont été prises sur les prédateurs (crabe commun (*Cancer irroratus*) et étoiles de mer (surtout *Asterias vulgaris*)) et les moules bleues (*Mytilus edulis*) présents à l'intérieur des structures. Ces organismes ont été identifiés, dénombrés et mesurés (au mm près) par unité. Les mesures effectuées étaient la largeur du céphalothorax pour les crabes communs, le rayon pour les étoiles de mer et la longueur antéropostérieure pour les moules bleues. Un nombre maximal de 30 individus choisis au hasard a été mesuré par espèce. Étant donné que le nombre de lignes échantillonnées a varié entre les traitements, les effectifs de crabes, d'étoiles ou de moules ont été standardisés pour trois lignes par type de structure et traitement.

Quatre méthodes ont été explorées pour quantifier les salissures biologiques présentes sur les différentes structures. Une première méthode, qui permettait de déterminer le poids des structures incluant les pétoncles et les salissures, a été employée pour toutes les structures de GE1 et HAM et WJ à GE2, un an (E_{1an}) après leur mise en élevage de l'automne 2001. Le poids (kg) des structures a été déterminé à l'aide d'une balance à ressort en immergeant complètement la structure dans un bassin isotherme rempli d'eau de mer.

Le poids humide des salissures a été utilisé comme seconde méthode avec les PJ, WJ et FP prélevés au site HAM deux ans (E_{2an}) après leur mise à l'eau du printemps 2002. Les structures ont été, au préalable, vidées des pétoncles vivants et morts et des prédateurs présents dans les structures, puis pesées après un temps comparable d'égouttement. Le poids des salissures a été obtenu en retranchant le poids de la structure propre et humide, du poids de la structure humide avec salissures.

Une troisième méthode a consisté à déterminer la composition et le poids sec des salissures en laboratoire. Les prélèvements de salissures ont été effectués sur la structure la plus souillée de chaque type mise en élevage du printemps 2002 et échantillonnée après un an (E_{1an}) aux sites GE1 et HAM et après deux ans (E_{2ans}) à HAM. Le matériel récupéré à l'aide d'un jet d'eau sous pression a été tamisé sur un filet de 800 µm, puis congelé à -20 °C jusqu'à l'analyse finale. Cette analyse consistait à déterminer la composition des salissures, à les sécher à l'étuve (70 °C) durant 48 heures, puis à les peser (g) par espèce.

Une quatrième et dernière méthode a consisté à analyser des photographies de structures. Les photographies ont été prises deux ans (E_{2ans}) après leur mise à l'eau de l'automne 2001 et un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après celle du printemps 2002. Une grille de 10 x 16 cellules (135 intersections) a été superposée aux photographies de telle sorte qu'elle coïncide parfaitement avec la structure entière WJ, les 10 premières pochettes de FP ou l'unité la plus sale de PJ et PO (Figure 3). Le nombre d'intersections chevauchant la structure et la condition (propre ou sale) de celle-ci sous chaque intersection ont été déterminés. De plus, pour les structures FP et WJ, les 15 lignes horizontales de la grille ont été subdivisés en trois sections, soit haut (lignes 1 à 5), moyen (lignes 5 à 10) et bas (lignes 11 à 15), afin de vérifier si les salissures étaient plus abondantes à faible, moyenne ou grande profondeur d'eau. Une évaluation qualitative de la proportion des principaux organismes présents (crabes, étoiles et moules) sur les portions analysées a aussi été réalisée.

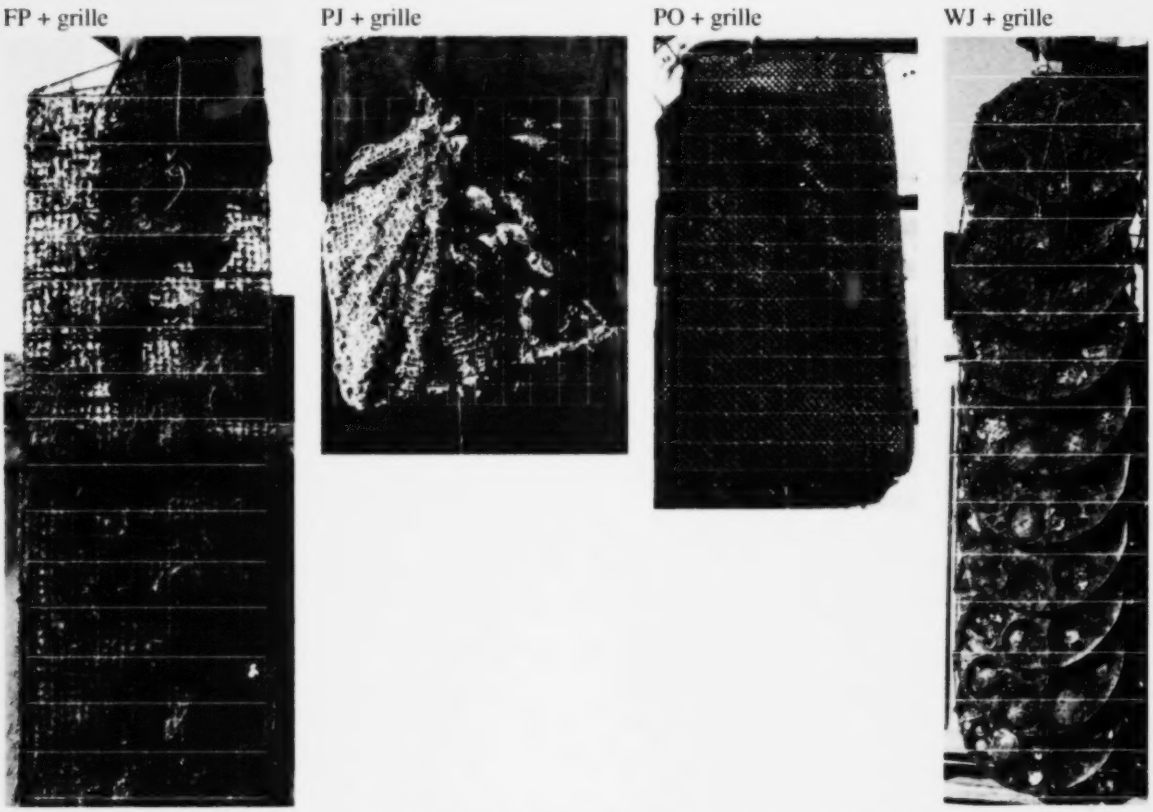
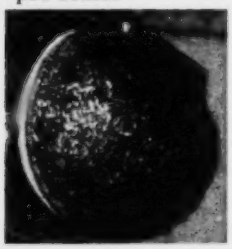


Figure 3. Disposition de la grille d'analyse visuelle des salissures sur les photographies d'un filet à pochettes (FP), d'un panier japonais (PJ), d'une poche ostréicole (PO) et d'une lanterne Wang-Joncas (WJ).

En lieu et place de la grille d'analyse, une cote de salissures a été attribuée spécifiquement aux lignes BO à HAM, selon l'intensité des salissures sur les coquilles, mais également en fonction des contraintes de celles-ci sur la mobilité des valves (Figure 4). Sept cotes ont été utilisées pour quantifier les salissures sur chacune des paires de pétoncles. Les salissures non identifiables (ex.

algues), de peu à très dense, qui n'empêchaient par l'ouverture des valves obtenaient les cotes 1 ou 1,5. Les cotes 2 à 5 (2 = 1-24 % de couverture, 3 = 25-49 % de couverture, etc.) étaient attribuées lorsque les salissures présentes, généralement des moules bleues, pouvaient entraver l'ouverture des valves du pétoncle. Finalement, la cote 6 identifiait les pétoncles absents ou morts avec des coquilles entières ou brisées.

Cote 1 : salissures non identifiables peu denses

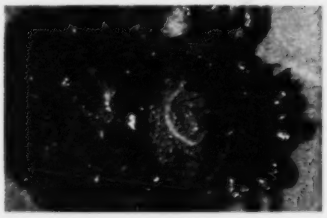


Cote 1,5 : salissures non identifiables très denses

Cote 2 : moules de 1 à 24 %

Cote 3 : moules de 25 à 49 %

Cote 4 : moules de 50 à 74 %



Cote 5 : moules de 75 à 100 %

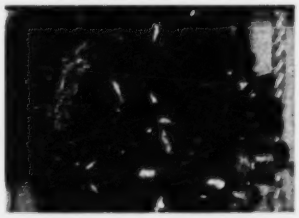


Figure 4. Cotes de salissures utilisées pour l'analyse des photographies des paires de pétoncles géants installés en boucles d'oreilles (BO) au site HAM. Les cotes 1 et 1,5 s'appliquent aux salissures non identifiables qui n'empêchent par l'ouverture des valves; les cotes 2 à 5 identifient le pourcentage de couverture des coquilles des pétoncles par les moules bleues fixées.

3.5. TRAITEMENT DES DONNÉES

La survie des pétoncles a été calculée comme étant la proportion de pétoncles vivants au moment de l'échantillonnage par rapport au nombre total initial de pétoncles mis en élevage dans la structure. Cette façon de calculer la survie prend pour acquis que tous les pétoncles perdus sont morts. La proportion de pétoncles perdus, ou les pertes, correspond au terme complémentaire de la proportion des pétoncles récupérés, cette dernière étant obtenue en divisant le nombre total de pétoncles récupérés (vivants et morts) par le nombre initial de pétoncles installés.

Les résultats, lorsque présentés par strate de profondeur proviennent d'un regroupement d'unités selon leur position dans la colonne d'eau. Trois strates ont été retenues, soit haut, moyen et bas, le haut étant situé près de la surface de l'eau. Le Tableau 5 montre le regroupement effectué pour chaque type de structures. Ce regroupement diffère de celui appliqué aux photographies pour déterminer le pourcentage de recouvrement des salissures et décrit à la section 3.4.2.

Tableau 5. Regroupement des unités par structure selon la strate de profondeur, haut, moyen et bas.

Structure	Haut	Moyen	Bas
BO	paires 1 à 7	paires 8 à 13	paires 14 à 20
FP	pochettes 1 à 5	pochettes 6 à 10	pochettes 11 à 15
PJ	paniers 1 et 2	panier 3	paniers 4 et 5
PO	pas de regroupement puisque toutes les poches sont situées au même niveau		
WJ	soucoupes 1 à 3	soucoupes 4 à 7	soucoupes 8 à 10

Le logiciel Axum (Mathsoft, version 5.0) a été utilisé pour la composition des figures. Le logiciel SAS (SAS Institute, version 8.02) a été utilisé pour le traitement des données (procédures GENMOD et GLM). L'analyse statistique des données a été effectuée en collaboration avec la firme Creascience (Montréal, Québec). Dans tous les cas, le seuil de probabilité a été fixé à $\alpha = 0{,}05$. Les intervalles de confiance à 95 % calculés pour chaque variable explicative ont été utilisés comme test a posteriori pour identifier les moyennes semblables.

La régression logistique a été choisie comme modèle pour tester l'effet du site, de la structure et du nettoyage sur la survie et les pertes des pétoncles. Cette régression est un modèle linéaire généralisé utilisant un lien logistique et une distribution binomiale des erreurs (Agresti 1996).

L'effet du site a été estimé à l'échantillonnage E_{2ans} de l'essai 2001, aux trois sites GE1, GE2 et HAM avec les deux structures communes aux trois sites, soit WJ et FP. La survie et les pertes des pétoncles ont aussi été comparées entre les différentes structures de chaque site. Finalement, l'effet du nettoyage sur la survie et les pertes a été testé par site, structure et lot. Ces comparaisons ont été réalisées à l'échantillonnage E_{2ans} de l'essai 2001 et à l'échantillonnage E_{1an} de l'essai 2002.

Les effets du site, de la structure et du nettoyage sur la taille finale (représentatif de la croissance) des pétoncles mis en élevage ont été testés à partir d'une analyse de variance ANOVA à un ou deux facteurs. La taille initiale sert habituellement comme covariable dans ce genre de test, mais étant donné qu'il n'y a pas eu de marquage individuel des pétoncles, cette variable n'a pu être utilisée. Les analyses ont donc été effectuées par lot puisque la taille initiale était relativement similaire d'une structure à l'autre à l'intérieur d'un même lot (Tableau 2).

Dans un premier temps, le nettoyage des structures (sans ou avec) a été intégré aux analyses comme facteur additionnel. La présence d'une interaction significative entre le nettoyage et les autres facteurs rendait plus difficile l'interprétation des résultats. Étant donné cette situation, il a été jugé plus approprié de refaire les analyses en n'utilisant cette fois que les structures sans nettoyage et de tester l'effet du nettoyage à part.

L'effet de la période de mise en élevage des pétoncles sur la survie, les pertes et la croissance n'a pas pu être évalué puisque la taille initiale des pétoncles a varié d'une période à l'autre. Il est important de noter que cette variable est prépondérante, car elle agit sur la croissance et possiblement sur la survie des pétoncles mis en élevage.

4. RÉSULTATS

En général, le plan d'échantillonnage a été respecté pour les périodes de suivi et de nettoyage des structures. Cependant, certaines contraintes environnementales, techniques ou opérationnelles ont modifié, voire annulé, certains éléments du plan prévu initialement. Notamment, il y a eu une perte importante de structures à GE1 et GE2 entre juin 2003 (E_{1an}) et juin 2004 (E_{2ans}) de l'essai du printemps 2002.

4.1. SURVIE DES PÉTONCLES

La survie des pétoncles a été faible aux trois sites et pour toutes les structures mises en élevage à l'automne 2001 (Tableau 6). Il faut rappeler que dans cette étude la survie correspond à la proportion de pétoncles retrouvés vivants dans les structures et tient compte des pétoncles perdus (vivants et morts). Au premier échantillonnage (E_{6m}), la survie était déjà inférieure à 55 % et la taille moyenne des pétoncles morts n'est alors que de quelques millimètres supérieurs à la taille initiale des pétoncles (Annexe 5). Les plus faibles taux de survie, soit 1,1 %, ont été obtenus à HAM avec la structure FP nettoyée, deux ans après la mise en élevage. Aucune structure ne semble se démarquer clairement au niveau de la survie des pétoncles mis à l'eau à l'automne 2001. Les plus faibles taux de survie, soit entre 1,1 et 17,4 %, ont été obtenus à HAM avec la structure FP. Aux sites GE1 et GE2, les PO et les WJ affichent généralement les taux de survie les plus faibles.

Tableau 6. Survie moyenne (% ± écart-type) des pétoncles géants selon le site et la structure, sans et avec nettoyage (N_{1an}), six mois (E_{6m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001.

Site	Structure	E_{6m}	E_{1an}	E_{2ans}	
		sans	sans	sans	avec N_{1an}
GE1	FP	49,3 ± 7,9	34,1 ± 3,6	31,1 ± 3,1	33,4 ± 4,9
	PJ	53,0 ± 4,3	26,6 ± 1,6	36,8 ± 2,0	27,8 ± 2,9
	PO	46,8 ± 1,8	21,5 ± 6,4	30,5 ± 0,8	24,7 ± 5,3
	WJ	41,8 ± 7,6	30,4 ± 4,6	25,7 ± 7,0	28,9 ± 5,1
GE2	FP	54,1 ± 3,4	44,8 ± 1,7	40,1 ± 8,9	34,4 ± 6,9
	PJ	45,9 ± 5,2	43,5 ± 2,8	26,1 ± 6,2	33,6 ± 1,0
	PO	52,9 ± 3,5	25,3 ± 5,4	25,0 ± 4,2	27,7 ± 2,7
	WJ	42,2 ± 3,3	43,3 ± 2,2	22,2 ± 2,9	33,3 ± 5,9
HAM	FP	17,4 ± 26,3	7,8 ± 12,5	6,3 ± 1,1	1,1 ± 1,1
	WJ	40,7 ± 4,5	27,8 ± 9,6	13,9 ± 8,6	23,0 ± 11,6

Après la première année de mise en élevage du printemps 2002, les taux de survie ont été supérieurs à 42 %, ce qui est nettement meilleur que les résultats obtenus à l'essai de 2001 (Tableau 7). Les quelques informations disponibles, deux ans après leur mise à l'eau, montraient des taux de survie variant, sauf deux exceptions, entre 31,0 et 64,4 %. À HAM, la survie n'a été que de 23,3 % pour WJ sans nettoyage et aucun pétoncle n'a survécu sur la seule structure BO sans nettoyage analysée. À l'échantillonnage E_{3m}, la taille moyenne des pétoncles morts correspondait à la taille moyenne initiale, sauf pour les pétoncles maintenus dans les FP à GE1 (Annexe 5). La taille moyenne des pétoncles morts, mesurée aux échantillonnages E_{1an} et E_{2ans}, était similaire à celle des pétoncles vivants mesurés à l'automne 2002 (E_{3m}).

L'analyse plus détaillée des données fait ressortir que la survie des pétoncles était, dans environ 85 % des cas, plus faible aux étages inférieurs (bas) des PJ, et ce, quels que soient la période de mise à l'eau, le site ou le moment d'échantillonnage (Figure 5). Le même phénomène a été observé avec les BO et les WJ, mais avec un peu moins d'ampleur. Par contre, aucune apparence de relation entre l'étage et la survie n'a été observée avec les FP.

Tableau 7. Survie moyenne (% ± écart-type) des pétoncles géants selon le site, le lot et la structure, sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}), trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage du printemps 2002.

Site – lot/	E_{3m}	E_{1an}		E_{2ans}			
Structure	sans	sans	avec N_{4m}	sans	avec N_{4m}	avec N_{1an}	avec N_{18m}
GE1 – I-2000							
FP		61,2 ± 11,9	73,7 ± 4,6				
PJ	59,6 ± 4,6	42,9 ± 2,7	59,4 ± 17,9	36,4 ± 9,4	45,1 ± 5,1	31,0 ± 2,8	
PO	80,9 ± 3,3	72,3 ± 1,8	63,7 ± 5,7				
WJ	69,6 ± 6,5	68,1 ± 2,8	51,1 ± 6,9				
GE1 – I-1999b							
FP	80,0 ± 16,4	59,0 ± 14,4	42,6 ± 13,3	64,4 ± 6,6			
PJ	79,8 ± 9,7	64,9 ± 8,8	62,7 ± 4,0	44,7 ± 3,7			
GE2 – I-2000							
PJ	67,4 ± 14,4						
PO	74,4 ± 4,4	49,1 ± 7,1	52,4 ± 1,3				
WJ	76,7 ± 6,2	65,2 ± 7,6	72,2 ± 5,8				
HAM – P-1999							
BO	91,7 ± 2,9	69,1 ± 14,3	83,6 ± 5,4	0,0	58,3 ± 3,8	36,2 ± 8,7	42,5
FP	48,1 ± 21,7	49,7 ± 18,3	62,7 ± 7,0		48,5 ± 7,4	47,8 ± 4,8	53,0 ± 3,6
PJ	80,4 ± 10,0	64,3 ± 10,0	71,9 ± 10,1		53,6 ± 9,5	48,4 ± 0,8	43,1 ± 4,7
WJ	81,1 ± 1,9	69,3 ± 16,5	76,5 ± 4,7	23,3 ± 3,1	33,3 ± 5,9	33,3	45,0 ± 3,9 [1]

[1] Structures ayant subi deux nettoyages, N_{1an} et N_{18m}.

Quelques cas de très faible survie ont été observés dans les PO, soit 11 cas sur 144 poches échantillonnées, mais seulement lors de la mise à l'eau de l'automne 2001. Il est fort probable que ces poches aient été mal fermées, facilitant ainsi la perte de pétoncles et l'entrée de prédateurs.

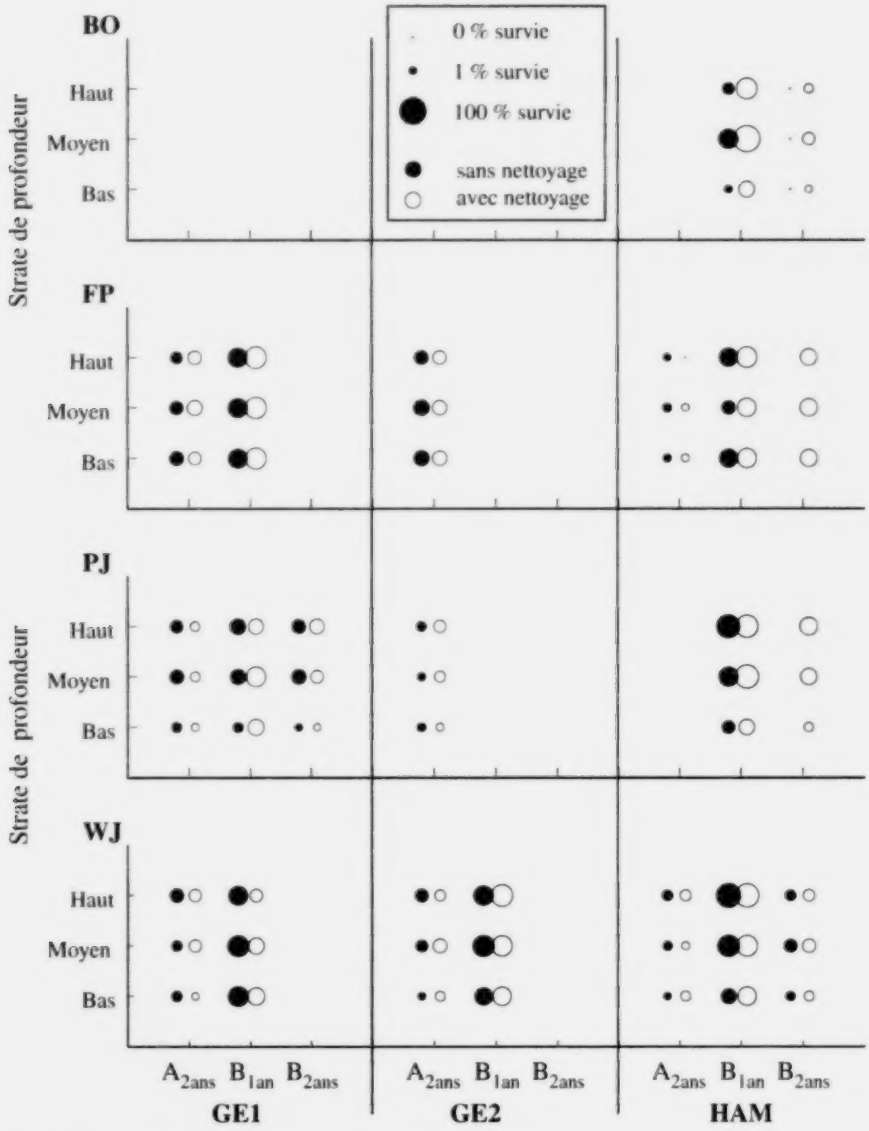


Figure 5. Survie moyenne des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM), la structure (BO, FP, PJ et WJ), sans et avec nettoyage, et la strate de profondeur (haut, moyen et bas), deux ans (A_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 et un an (B_{1an}) et deux ans (B_{2ans}) après celle du printemps 2002.

4.1.1. Effet du site

Les résultats de la régression logistique montrent que le site a un effet significatif, que la structure est sans effet, mais que l'interaction entre le site et la structure est significative (Annexe 6). Cette interaction est principalement causée par le comportement inversé des deux structures à HAM, les pétoncles des FP ayant une survie moindre que ceux des WJ. En analysant une structure à la fois, il ressort que la survie des pétoncles est significativement plus faible au site HAM qu'aux deux autres, et ce, pour les deux structures (Figure 6).

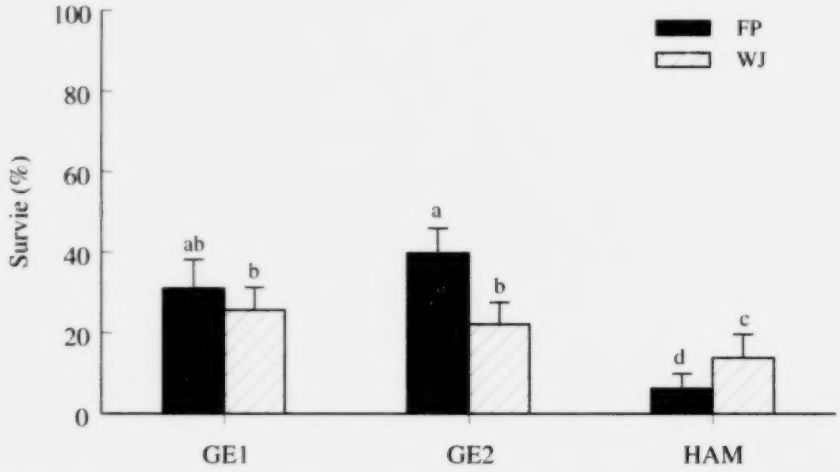


Figure 6. Survie moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP et WJ) sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. Des lettres identiques identifient des taux de survie similaires.

4.1.2. Effet de la structure d'élevage

Les différentes structures d'élevage utilisées ont été comparées entre elles à chaque site et aux deux essais. Tel que mentionné à la section 3.5, la variable nettoyage n'a pas été intégrée à ces analyses statistiques.

Mise en élevage de l'automne 2001

Au site GE1, quatre structures, soit FP, PJ, PO et WJ, ont été utilisées à l'essai de 2001. La régression logistique effectuée sur les données deux ans après la mise en élevage indique que le taux de survie des pétoncles varie significativement entre les structures (Annexe 7). Les pétoncles dans la structure PJ affichent un taux de survie plus élevé que ceux dans PO et WJ (Figure 7). La survie dans FP ne diffère toutefois pas de celle obtenue dans les autres structures.

Les quatre mêmes structures ont été comparées au site GE2 deux ans après la mise en élevage. L'effet de la structure sur la survie des pétoncles est également significatif (Annexe 7). Dans ce cas-ci, le taux de survie est plus élevé dans la structure FP que dans les trois autres structures (Figure 7).

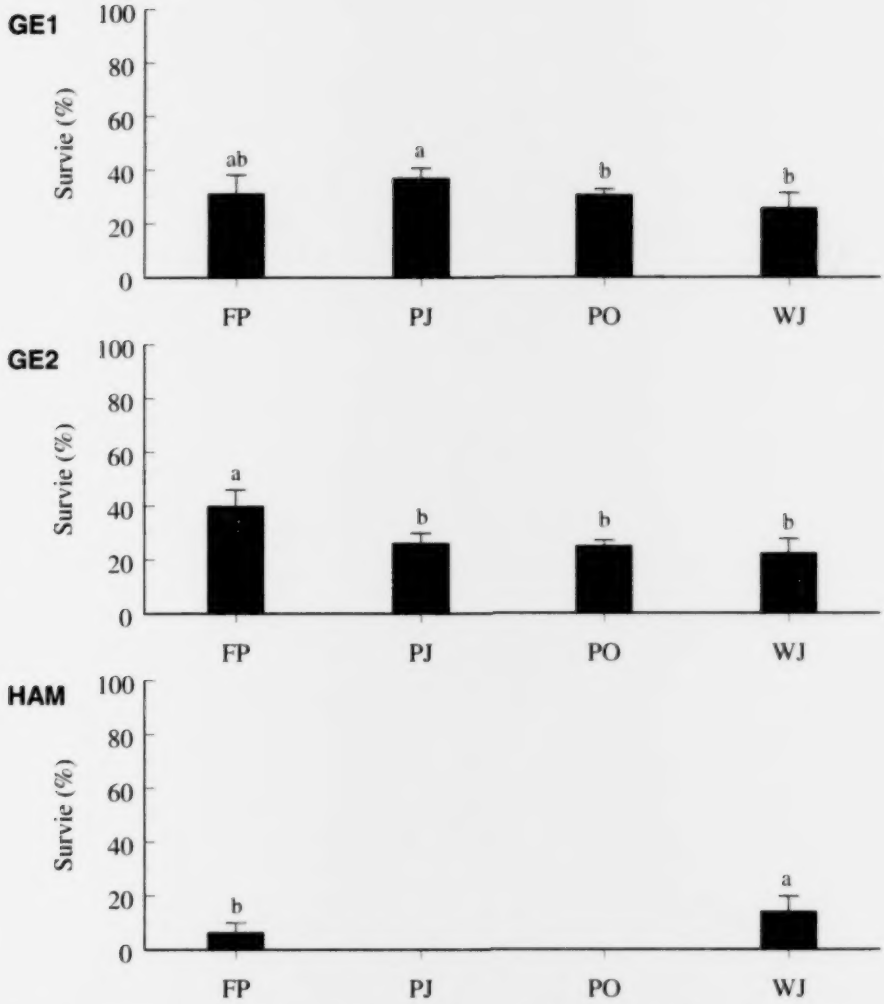


Figure 7. Survie moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP, PJ, PO et WJ) sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. Pour un même site, des lettres identiques identifient des taux de survie similaires.

Au site HAM, seulement les structures FP et WJ ont été utilisées lors de la mise à l'eau de l'automne 2001. L'effet de la structure sur la survie des pétoncles est significatif à ce site (Annexe 7). Dans ce cas particulier, c'est la structure WJ qui a eu le taux de survie le plus élevé (Figure 7).

Mise en élevage du printemps 2002

Les comparaisons des structures ont été effectuées seulement avec les données recueillies un an après leur mise à l'eau du printemps 2002, car le nombre de pétoncles et de structures récupérés après deux ans d'élevage était trop limité. De plus, comme deux lots de pétoncles ont été utilisés

lors de cet essai pour remplir les structures au site GE1, la comparaison des taux de survie a été faite par lot.

Quatre structures ont été utilisées à GE1 avec des pétoncles provenant du lot I-2000, soit FP, PJ, PO et WJ. Les résultats montrent que le taux de survie des pétoncles est influencé par la structure (Annexe 8 et Figure 8). La survie est significativement plus élevée dans les structures PO et WJ et plus faible dans PJ. L'effet de la structure sur la survie n'est toutefois pas décelable sur les pétoncles du lot I-1999b, dont la taille moyenne initiale était plus grande que celle du lot I-2000 (Annexe 8 et Figure 8).

Un an après la mise en élevage au site GE2, les résultats ne sont disponibles que pour PO et WJ. Le taux de survie de ces pétoncles est influencé par la structure, les pétoncles de la structure WJ ayant une meilleure survie que ceux dans PO (Annexe 8 et Figure 8).

Les résultats, obtenus avec les pétoncles élevés dans les quatre structures BO, FP, PJ et WJ et récupérés un an après la mise en élevage à HAM, montrent que la survie est aussi influencée par la structure (Annexe 8). Les pétoncles des structures BO, PJ et WJ ont eu une meilleure survie que ceux dans FP (Figure 8).

4.1.3. Effet du nettoyage

Mise en élevage de l'automne 2001

L'effet du nettoyage sur la survie des pétoncles a été testé par site et structure deux ans après leur mise à l'eau de l'automne 2001 (Annexe 9 et Figure 9). Les résultats obtenus ont varié selon le site et la structure. Dans 40 % des cas le nettoyage a été sans effet sur la survie, dans 30 % des cas l'effet a été négatif et dans 30 % des cas l'effet a été positif. L'augmentation de la survie dans les structures avec nettoyage a été observé à GE2 pour les structures PJ et WJ et à HAM pour WJ. Le nettoyage des structures a entrainé une diminution de la survie des pétoncles dans PJ et PO à GE1 et dans FP à HAM.

Mise en élevage du printemps 2002

La survie des pétoncles, sans et avec nettoyage des structures, a été testé un an (E_{1an}) après la mise à l'eau du printemps 2002, par site, structure et lot (Annexe 10 et Figure 10). La survie des pétoncles a été dans 50 % de ces cas supérieure dans les structures nettoyées. Le nettoyage a eu pour effet de diminuer la survie des pétoncles seulement au site GE1 pour les structures PO et WJ du lot I-2000 et la structure FP du lot I-1999b.

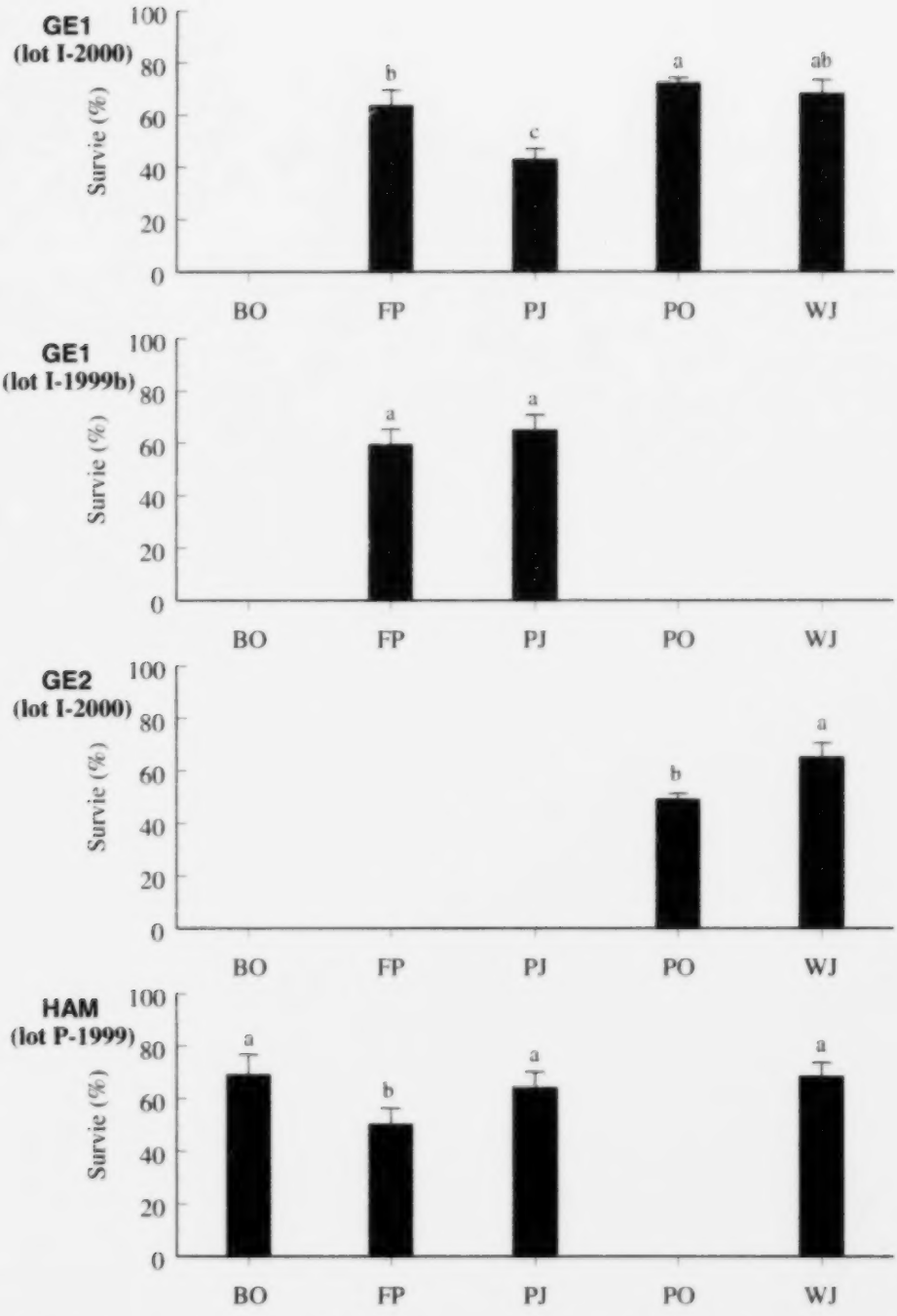


Figure 8. Survie moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM), le lot (I-1999b, I-2000 et P-1999) et la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ) sans nettoyage, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. Pour un même site, des lettres identiques identifient des taux de survie similaires.

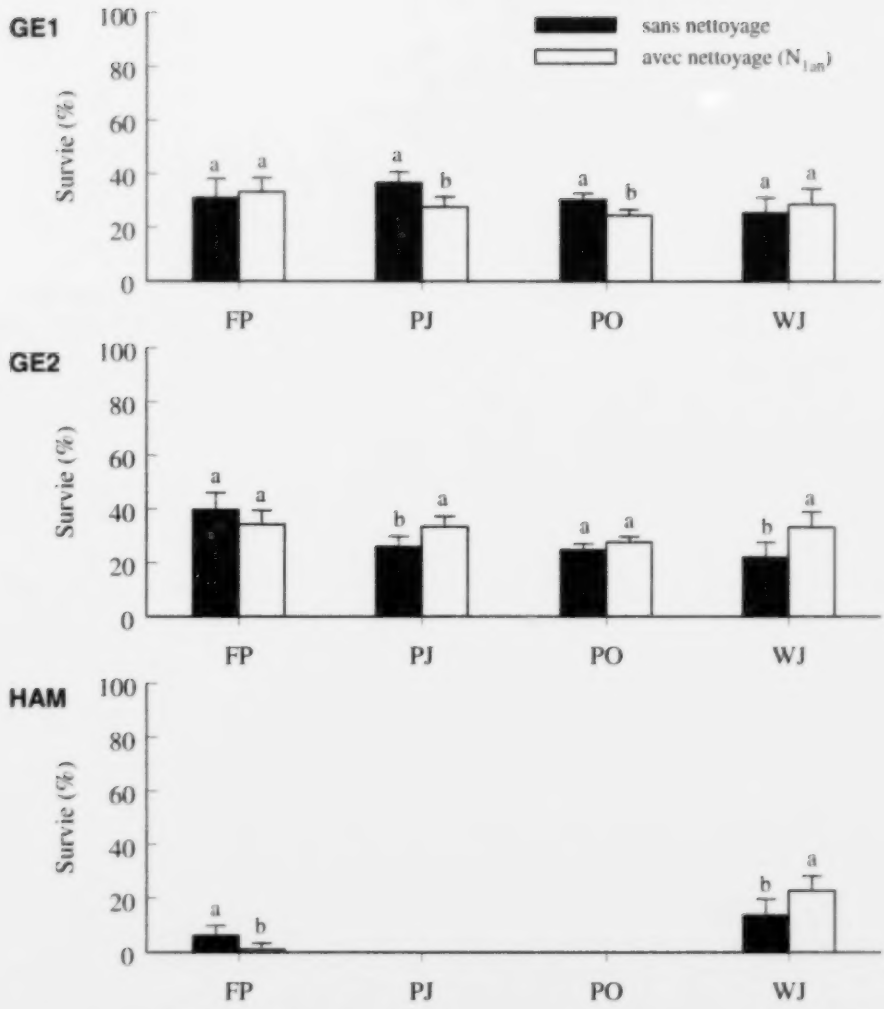


Figure 9. Survie moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP, PJ, PO et WJ), sans ou avec nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. Pour chaque site et structure pris séparément, des lettres identiques identifient des taux de survie similaires.

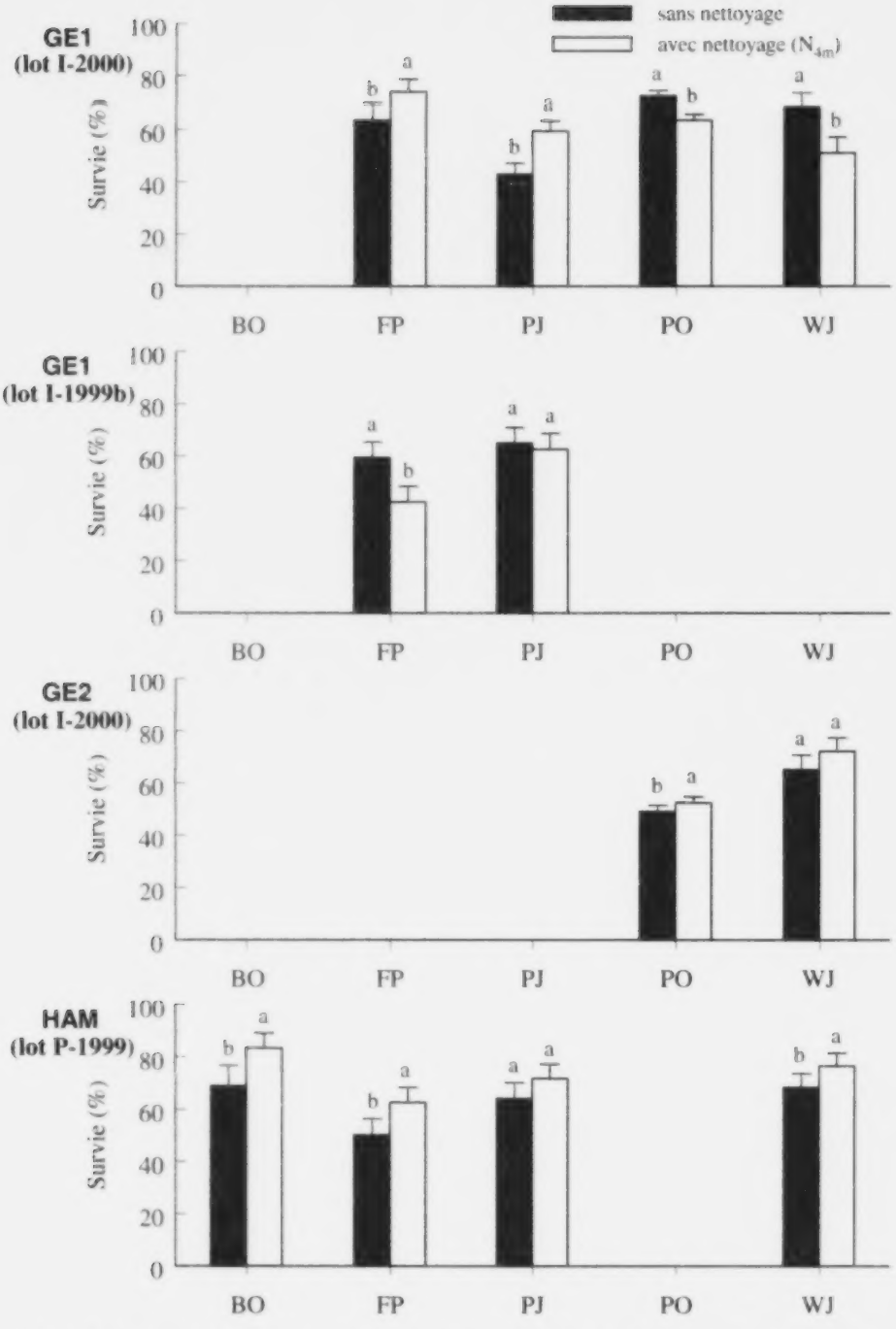


Figure 10. Survie moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM), le lot (I-1999b, I-2000 et P-1999) et la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ), sans ou avec nettoyage, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. Pour chaque site et structure pris séparément, des lettres identiques identifient des taux de survie similaires.

4.2. PERTE DE PÉTONCLES

Les résultats obtenus lors de ce projet montrent que dans certains cas la proportion de pétoncles perdus à la suite des interventions techniques a été parfois élevée. Étant donné que les pertes sont incluses dans le calcul du taux de survie, il devient intéressant de quantifier ces pertes de pétoncles pour le bénéfice des aquaculteurs.

Lors de l'essai de l'automne 2001, les pertes de pétoncles du lot I-1999a (taille moyenne initiale de 37,6 mm) ont varié entre les sites et entre les structures (Tableau 8). Les pertes de pétoncles observées durant la première année d'élevage à GE1 sont similaires à celles observées au cours de la deuxième année, soit inférieure à 9 % par année pour les structures sans nettoyage. Cependant, les pertes cumulatives dans les FP et WJ avec nettoyage étaient plus élevées, jusqu'à 41 % après deux ans en élevage. À GE2, les pertes ont été d'environ 4 % la première année, mais plus importantes durant la deuxième année d'élevage dans FP et WJ, pour des pertes cumulatives de 2 à 22 %. Finalement à HAM, les pertes de pétoncles ont été très importantes dans FP dès la première année, soit près de 60 %, tandis que dans WJ les pertes ont été similaires aux autres sites.

Tableau 8. Perte moyenne (% ± écart-type) de pétoncles géants selon le site et la structure, sans et avec nettoyage (N_{1an}), six mois (E_{6m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001.

Site	Structure	E_{6m}	E_{1an}	E_{2ans}	
		sans	sans	sans	avec N_{1an}
GE1	FP	4,1 ± 2,3	6,7 ± 4,4	14,4 ± 6,3	41,4 ± 23,5
	PJ	1,6 ± 2,0	8,8 ± 3,3	3,3 ± 2,8	4,2 ± 1,3
	PO	0,1 ± 0,6	2,4 ± 0,3	3,6 ± 4,1	5,9 ± 4,5
	WJ	3,7 ± 1,3	7,0 ± 1,7	14,1 ± 7,4	23,3 ± 2,9
GE2	FP	5,6 ± 2,9	3,0 ± 1,3	14,2 ± 5,4	21,8 ± 13,9
	PJ	1,6 ± 0,3	4,2 ± 3,8	2,0 ± 1,3	3,0 ± 2,3
	PO	1,3 ± 0,4	3,7 ± 1,8	5,9 ± 0,8	7,8 ± 5,7
	WJ	2,2 ± 2,2	4,1 ± 0,6	16,3 ± 14,3	15,2 ± 6,7
HAM	FP	50,0 ± 43,3	59,6 ± 26,5	59,6 ± 15,1	81,1 ± 4,0
	WJ	0,7 ± 0,6	3,3 ± 3,3	16,7 ± 6,3	11,8 ± 4,5

Les pertes de pétoncles observées pour les structures mises à l'eau à l'essai de 2002, dont la taille initiale était d'environ 40 mm (sites GE1 et GE2), ont varié entre 1,1 et 13,3 % après un an en élevage (Tableau 9). Pour les pétoncles dont la taille initiale était d'environ 60 mm (GE1 lot I-1999b et HAM lot P-1999), les pertes ont oscillé entre 1,8 et 24,4 %. Après deux ans de mise en élevage, les pertes cumulatives ont varié de 6,2 à 29,4 %. Toutefois, les données partielles obtenues après deux ans d'élevage ne nous permettent pas d'évaluer les tendances générales.

Tableau 9. Perte moyenne (% ± écart-type) de pétoncles géants selon le site, le lot et la structure, sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}), trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage du printemps 2002.

Site – lot	Structure	E_{3m}	E_{1an}		E_{2ans}			
		sans	sans	avec N_{4m}	sans	avec N_{4m}	avec N_{1an}	avec N_{18m}
GE1 – I-2000								
	FP		13,3 ± 4,0	7,0 ± 4,6				
	PJ	7,0 ± 4,8	2,2 ± 2,9	3,7 ± 5,1	7,6 ± 1,7	8,2 ± 7,4	15,2 ± 8,2	
	PO	2,1 ± 2,9	4,4 ± 3,5	4,8 ± 2,0				
	WJ	11,5 ± 12,2	7,8 ± 2,9	7,4 ± 7,1				
GE1 – I-1999b								
	FP	14,1 ± 14,5	15,1 ± 15,3	24,4 ± 14,4	17,2 ± 3,0			
	PJ	1,3 ± 1,2	1,7 ± 2,0	11,6 ± 2,8	18,3 ± 12,4			
GE2 – I-2000								
	PJ	3,3 ± 1,0						
	PO	2,5 ± 2,6	7,2 ± 6,0	2,2 ± 0,6				
	WJ	5,6 ± 5,9	3,3 ± 1,1	1,1 ± 0,0				
HAM – P-1999								
	BO	1,7 ± 1,4	7,9 ± 2,6	2,6 ± 2,6	38,5	15,0 ± 6,6	29,4 ± 3,5	27,5
	FP	24,4 ± 28,4	6,4 ± 10,1	4,8 ± 3,1		18,1 ± 17,1	16,3 ± 7,4	8,5 ± 7,4
	PJ	3,6 ± 6,2	1,8 ± 3,1	4,7 ± 6,0		6,2 ± 2,1	8,4 ± 5,4	9,8 ± 7,3
	WJ	8,1 ± 6,1	11,0 ± 7,9	3,6 ± 2,2	23,9 ± 0,8	14,4 ± 8,8	24,4	17,8 ± 9,4 [1]

[1] Structures ayant subi deux nettoyages, N_{1an} et N_{18m}.

4.2.1. Effet du site

Les résultats de la régression logistique obtenus deux ans après la mise en élevage de l'automne 2001 démontrent que les pertes de pétoncles sont influencées significativement par le site (Annexe 11). La structure sans nettoyage (PJ et WJ) agit également sur les pertes. De plus, l'interaction est significative due aux pertes très importantes de pétoncles dans FP à HAM (Figure 11). Il n'y a pas de différence significative entre les sites GE1 et GE2 et les pertes ont été plus élevées au site HAM.

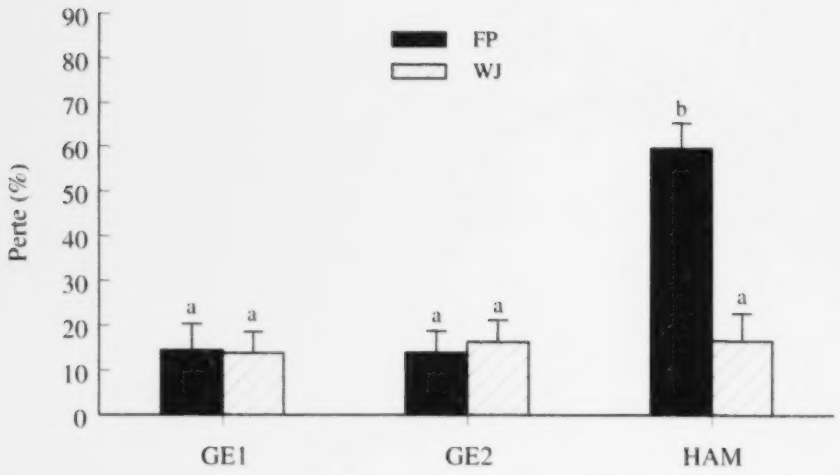


Figure 11. Perte moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) de pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP et WJ) sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. Des lettres identiques identifient des pertes similaires.

4.2.2. Effet de la structure d'élevage

Mise en élevage de l'automne 2001

La structure, sans nettoyage, affecte significativement les pertes de pétoncles aux trois sites, deux ans après la mise à l'eau de l'automne 2001 (Annexe 12). Les structures FP et WJ affichent des pertes plus élevées que les PJ et PO à GE1 et GE2 (Figure 12). À HAM, les pertes dans les FP ont été beaucoup plus importantes que dans WJ. C'est d'ailleurs dans les FP et les WJ que les pertes ont été les plus importantes quel que soit le site, avec des valeurs entre 14,1 et 59,6 %. Les structures PJ et PO ont, quant à elles, subi des pertes inférieures à 5,9 %.

Mise en élevage du printemps 2002

À l'essai du printemps 2002, les pertes de pétoncles après un an en élevage ont été significativement plus faibles dans les PJ sans nettoyage à GE1 et HAM (Annexe 13 et Figure 13). Les pertes dans cette structure ont été de moins de 2,2 % quel que soit le lot et le site. Pour les autres structures, les pertes ont varié entre 3,3 et 15,1 %. Les pertes de pétoncles ont été significativement plus importantes dans FP et WJ à GE1, dans PO à GE2 et dans BO, FP et WJ à HAM.

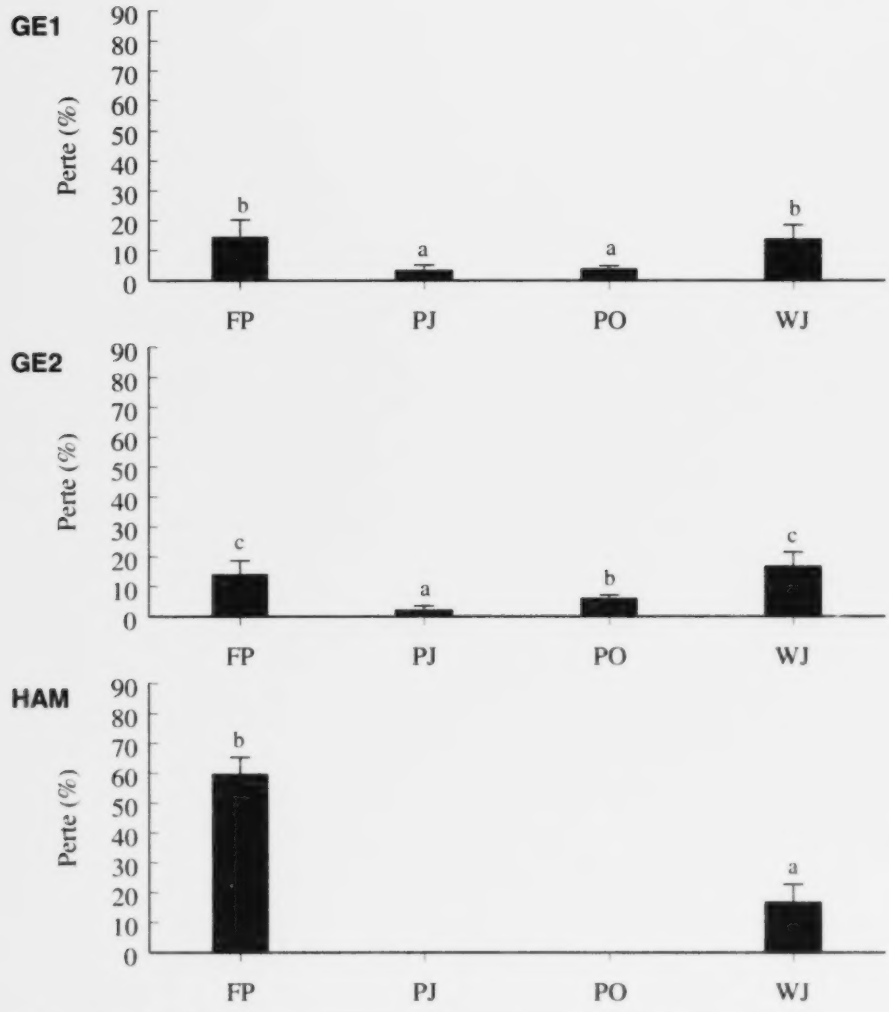


Figure 12. Perte moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) de pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP, PJ, PO et WJ) sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. Pour un même site, des lettres identiques identifient des pertes similaires.

4.2.3. Effet du nettoyage

Mise en élevage de l'automne 2001

Deux ans après la mise en élevage de l'automne 2001, les résultats des régressions logistiques indiquent que dans six cas sur dix les pertes de pétoncles ont été significativement plus élevées dans les structures nettoyées, soit dans FP, PO et WJ à GE1, dans FP et PO à GE2 et dans FP à HAM (Annexe 14 et Figure 14). Pour les cas restants, le nettoyage n'a eu aucun effet sur les pertes.

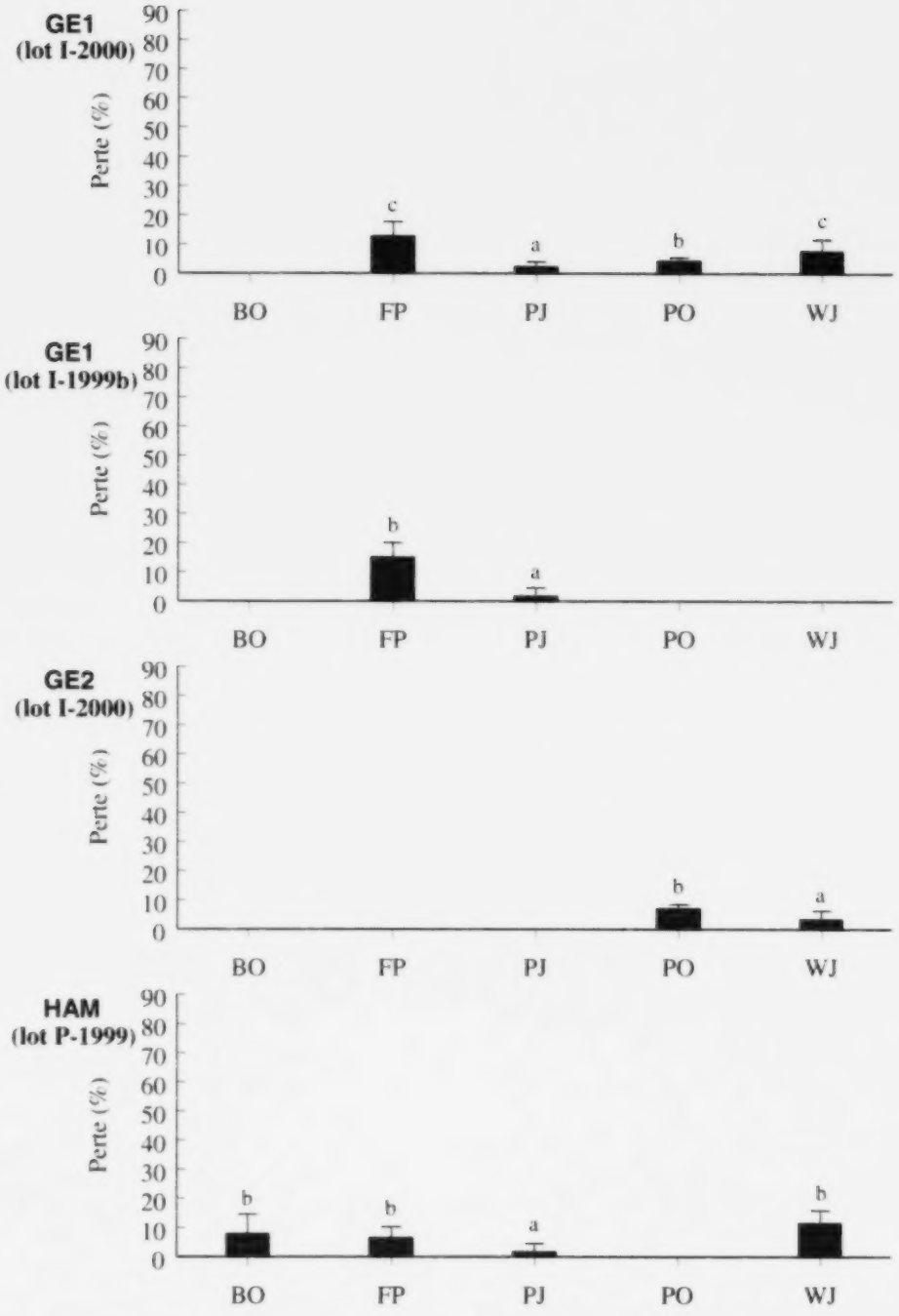


Figure 13. Perte moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) de pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM), le lot (I-1999b, I-2000 et P-1999) et la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ) sans nettoyage, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. Pour un même site, des lettres identiques identifient des pertes similaires.

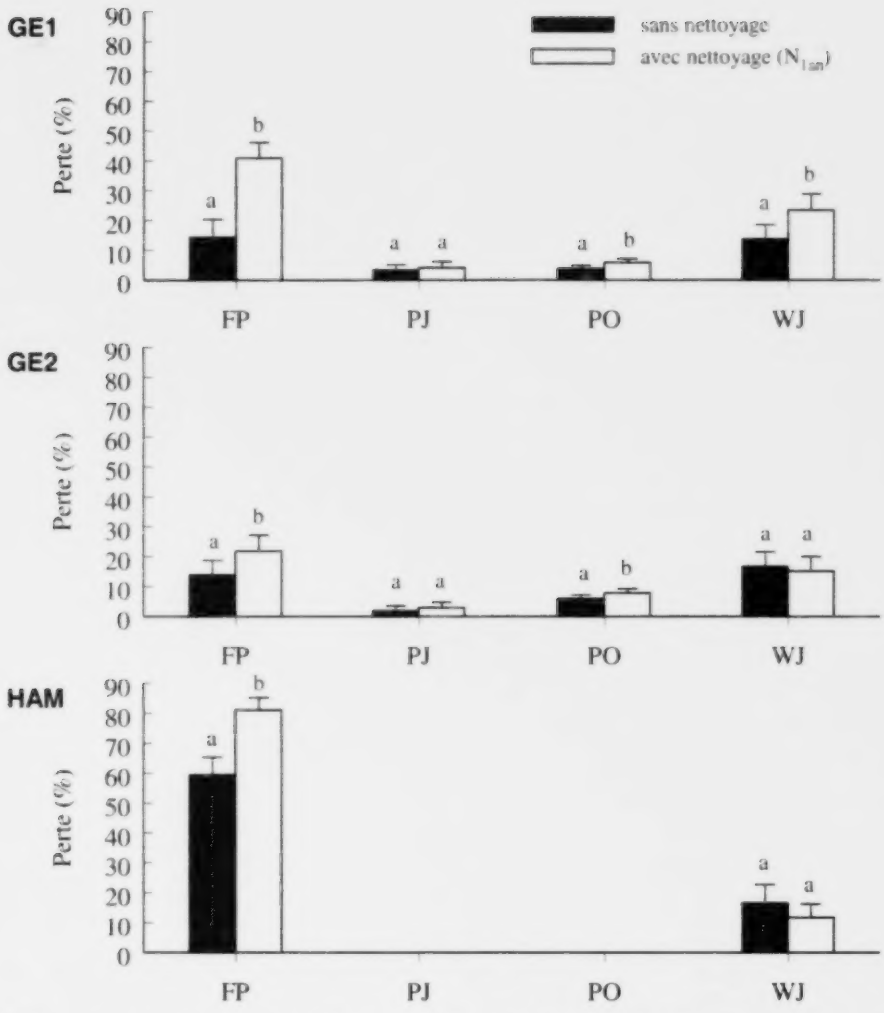


Figure 14. Perte moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) de pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP, PJ, PO et WJ), sans ou avec nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. Pour chaque site et structure pris séparément, des lettres identiques identifient des pertes similaires.

Mise en élevage du printemps 2002

Un an après la mise à l'eau du printemps 2002, le nettoyage des structures n'a eu aucun effet sur les pertes de pétoncles dans 50 % des cas (Annexe 15 et Figure 15). Pour FP et PJ (lot I-1999b) à GE1 et PJ à HAM, le nettoyage des structures a augmenté significative les pertes. Le nettoyage a eu pour effet de diminuer les pertes de pétoncles dans FP (lot I-2000) à GE1, dans PO à GE2 et dans WJ à HAM.

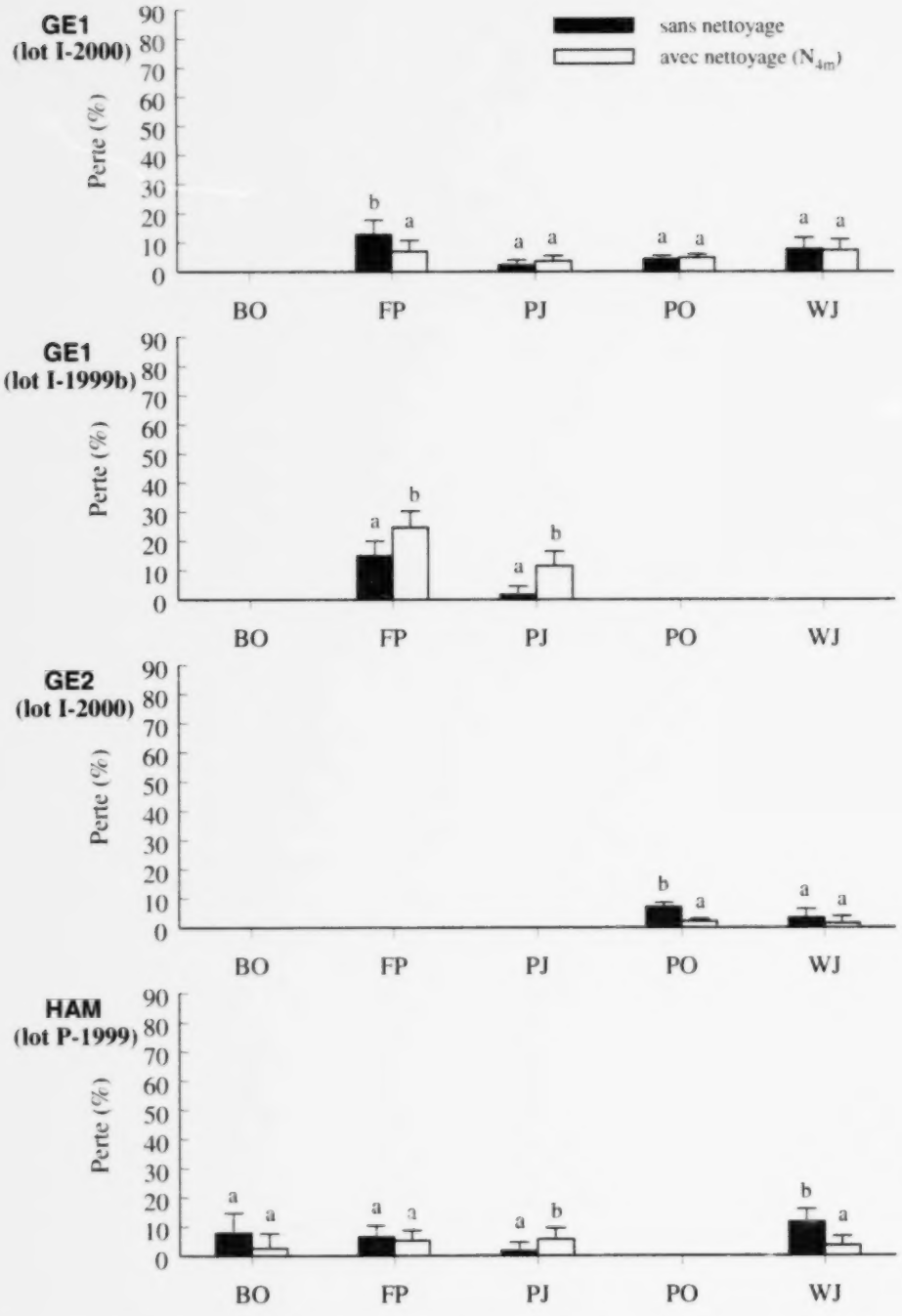


Figure 15. Perte moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) de pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM), le lot (I-1999b, I-2000 et P-1999) et la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ), sans ou avec nettoyage, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. Pour chaque site et structure pris séparément, des lettres identiques identifient des pertes similaires.

4.3. CROISSANCE DES PÉTONCLES

Les tailles moyennes initiales des pétoncles mis en élevage à l'automne 2001 variaient entre 35,2 et 40,9 mm selon le site et la structure (Tableau 10). La taille moyenne des pétoncles atteignait de 40,9 à 52,3 mm après 6 mois en élevage et de 58,9 à 65,2 mm après un an. Les tailles moyennes les plus élevées après un an d'élevage ont été obtenues avec WJ aux sites GE2 et HAM. Deux ans après la mise à l'eau des structures, les tailles moyennes des pétoncles s'étendaient de 67,9 à 84,3 mm, selon le site et la structure sans ou avec nettoyage. Des tailles moyennes supérieures à 79 mm ont été obtenues dans les structures FP et WJ à GE1, FP à GE2 et dans WJ à HAM.

Tableau 10. Taille moyenne (mm ± écart-type) des pétoncles géants vivants selon le site et la structure, sans et avec nettoyage (N_{1an}), initiale (E_0), trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001.

Site	Structure	E_0	E_{6m}	E_{1an}	E_{2ans}	
		(initiale)	sans	sans	sans	avec N_{1an}
GE1	FP	38,6 ± 4,2	47,0 ± 1,2	60,4 ± 1,5	84,3 ± 1,0	82,8 ± 1,4
	PJ	40,9 ± 5,3	45,0 ± 0,1	60,9 ± 0,2	71,4 ± 1,6	73,7 ± 5,4
	PO	40,9 ± 5,3	48,1 ± 0,1	60,8 ± 1,1	67,9 ± 0,5	68,4 ± 1,1
	WJ	37,7 ± 4,1	47,7 ± 1,6	58,9 ± 1,6	76,3 ± 2,0	80,3 ± 1,2
GE2	FP	38,0 ± 4,2	46,1 ± 1,6	60,2 ± 1,2	79,3 ± 3,2	78,9 ± 1,6
	PJ	40,9 ± 5,3	47,9 ± 1,3	59,7 ± 0,9	72,7 ± 0,9	72,7 ± 0,9
	PO	40,9 ± 5,3	52,3 ± 0,1	60,1 ± 1,2	68,3 ± 0,7	69,4 ± 0,3
	WJ	38,5 ± 4,2	48,8 ± 2,6	62,6 ± 2,4	76,3 ± 2,2	77,8 ± 1,5
HAM	FP	35,2 ± 3,7	40,9 ± 5,4	60,0 ± 4,2	74,5 ± 1,2	73,7 ± 5,3 [1]
	WJ	38,4 ± 2,9	51,1 ± 1,3	65,2 ± 2,5	80,6 ± 3,3	79,3 ± 1,0

[1] Seulement trois pétoncles vivants.

Lors de la mise en élevage du printemps 2002, la taille initiale des pétoncles variait entre les sites et entre les structures à GE1 (Tableau 11). Trois groupes de tailles ont été utilisés, soit un premier mesurant de 36,1 à 41,6 mm à GE1 et GE2, un second de 56,7 mm à GE1 seulement et un troisième de 63,6 à 64,2 mm à HAM. Peu de structures ont été récupérées lors de l'échantillonnage de juin 2004 (E_{2ans}) à GE1 et GE2, ce qui ne permet pas d'évaluer la croissance des pétoncles à moyen terme en fonction des structures utilisées.

Après un an en élevage, les tailles moyennes des pétoncles ont atteint de 57,8 à 69,2 mm à GE1 et GE2. Durant la même période, les pétoncles du lot I-1999b à GE1 avaient, quant à eux, atteint une taille moyenne variant de 77,2 à 79,8 mm. À HAM, les tailles moyennes des pétoncles variaient de 77,1 à 85,1 mm selon la structure. Après deux ans en élevage, les tailles

moyennes s'étendaient de 84,2 à 99,5 mm à HAM. Les pétoncles mis en élevage dans les structures BO et FP à HAM ont atteint des tailles moyennes supérieures à 95 mm, soit les valeurs les plus élevées de ce site.

Tableau 11. Taille moyenne (mm ± écart-type) des pétoncles géants vivants selon le site, le lot et la structure, sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}), initiale (E_0), trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage du printemps 2002.

Site – lot/	E_0	E_{3m}	E_{1an}		E_{2ans}			
Structure	(initiale)	sans	sans	avec N_{4m}	sans	avec N_{4m}	avec N_{1an}	avec N_{18m}
GE1 – I-2000								
FP	40,5 ± 3,2		67,0 ± 1,7	69,2 ± 1,6				
PJ	36,1 ± 4,7	49,7 ± 1,5	61,6 ± 1,6	59,7 ± 2,9	71,2 ± 3,6	67,2 ± 1,1	72,0 ± 2,1	
PO	36,1 ± 4,7	50,2 ± 0,4	58,6 ± 0,7	57,9 ± 0,9				
WJ	40,0 ± 2,7	53,4 ± 1,0	67,3 ± 1,3	68,9 ± 3,1				
GE1 – I-1999b								
FP	56,7 ± 9,8	67,9 ± 0,8	78,8 ± 1,2	79,8 ± 1,5	95,1 ± 2,2			
PJ	56,7 ± 9,8	66,3 ± 1,6	78,2 ± 2,7	77,2 ± 1,9	85,4 ± 2,5			
GE2 – I-2000								
PJ	36,1 ± 4,7	51,1 ± 0,8						
PO	36,1 ± 4,7	49,8 ± 0,3	57,8 ± 2,1	58,0 ± 1,1				
WJ	41,6 ± 2,8	53,8 ± 1,3	65,0 ± 0,1	66,8 ± 1,3				
HAM – P-1999								
BO	64,1 ± 4,7	74,9 ± 2,1	80,9 ± 1,5	85,1 ± 1,4	[1]	98,5 ± 3,2	95,7 ± 0,7	99,5
FP	63,9 ± 4,7	74,1 ± 2,1	80,8 ± 0,1	78,4 ± 0,6		95,8 ± 2,5	95,7 ± 1,3	95,4 ± 2,4
PJ	64,2 ± 4,6	72,5 ± 0,6	78,8 ± 1,1	81,6 ± 1,2		87,5 ± 0,8	85,4 ± 1,8	84,2 ± 0,7
WJ	63,6 ± 4,2	71,9 ± 2,1	77,1 ± 1,1	80,0 ± 2,2	86,8 ± 1,0	87,6 ± 4,2	86,6	86,9 ± 4,3 [2]

[1] Aucun pétoncle vivant.
[2] Structures ayant subi deux nettoyages, N_{1an} et N_{18m}.

4.3.1. Effet du site

Les résultats de l'analyse de variance montrent que le site a un effet significatif sur la taille finale des pétoncles deux ans après leur mise en élevage de 2001, mais que la structure n'affecte pas leur taille (Annexe 16 et Figure 16). Les pétoncles mis en élevage au site GE1 auraient eu une meilleure croissance qu'aux deux autres sites. Toutefois, la présence d'une interaction significative entre le site et la structure, causée par le fait que les pétoncles des WJ performent différemment entre les sites par rapport à ceux des FP, rend plus difficile l'interprétation des résultats. La croissance a été supérieure pour les pétoncles mis en élevage au site GE1 dans FP et au site HAM dans WJ. Les tailles atteintes ont été similaires et significativement plus faibles dans les autres structures et sites.

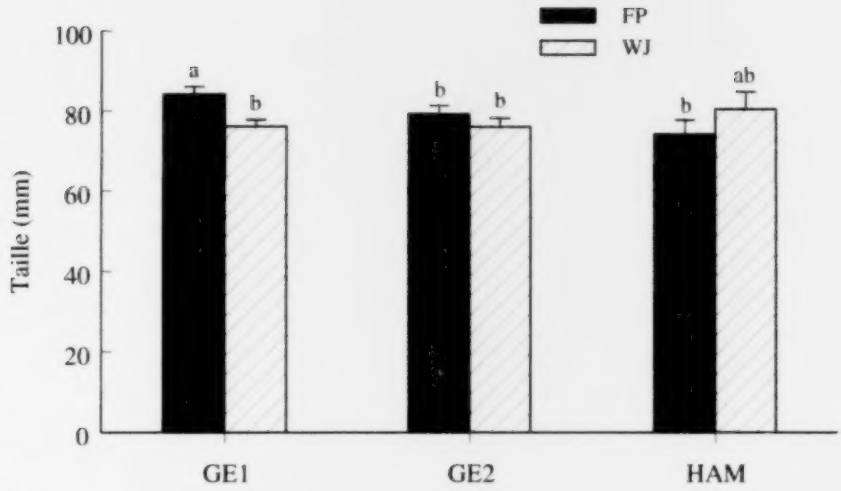


Figure 16. Taille moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants vivants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP et WJ) sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. Des lettres identiques identifient des tailles similaires.

4.3.2. Effet de la structure d'élevage

Les différentes structures d'élevage utilisées ont été comparées entre elles à chaque site et pour chaque essai. Tel que mentionné à la section 3.5, la variable nettoyage n'a pas été intégrée à ces analyses statistiques.

Mise en élevage de l'automne 2001

La croissance des pétoncles est influencée par la structure aux trois sites après deux ans en élevage (Annexe 17). À GE1, la taille moyenne des pétoncles vivants est significativement plus élevée dans la structure FP et plus faible dans PO (Figure 17). À GE2, les pétoncles dans les structures FP et WJ ont atteint une taille plus élevée que dans les structures PJ et PO. C'est dans la structure PO que les pétoncles ont eu la plus faible croissance. Contrairement aux deux autres sites, la taille des pétoncles est significativement plus faible dans FP que dans WJ au site HAM.

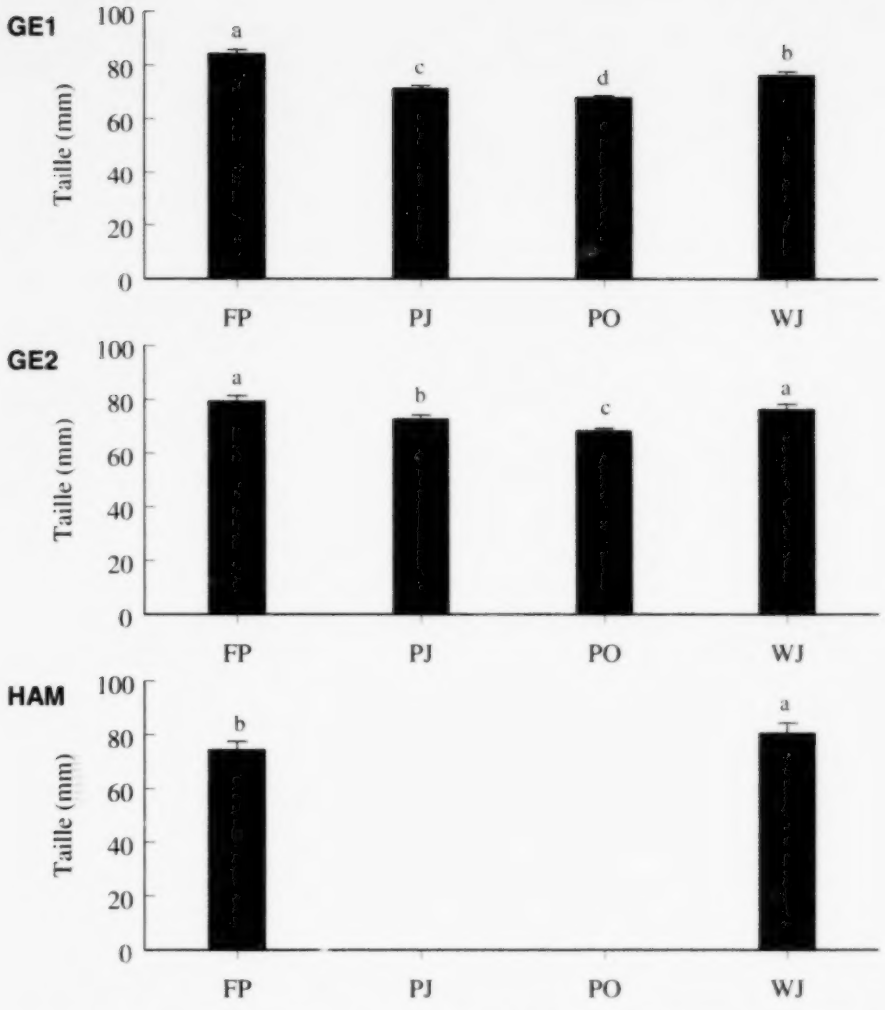


Figure 17. Taille moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants vivants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP, PJ, PO et WJ) sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. Pour un même site, des lettres identiques identifient des tailles similaires.

Mise en élevage du printemps 2002

Un an après la mise en élevage du printemps 2002, la taille des pétoncles (lot I-2000) à GE1 diffère selon la structure utilisée (Annexe 18). La taille des pétoncles est similaire dans les structures FP et WJ et est supérieure à celle dans PJ et PO (Figure 18). Les pétoncles dans la structure PO montrent la plus faible croissance. Les résultats obtenus avec les structures FP et PJ à GE1, remplies avec des pétoncles provenant du lot I-1999b, ne diffèrent toutefois pas entre les deux structures (Annexe 18 et Figure 18).

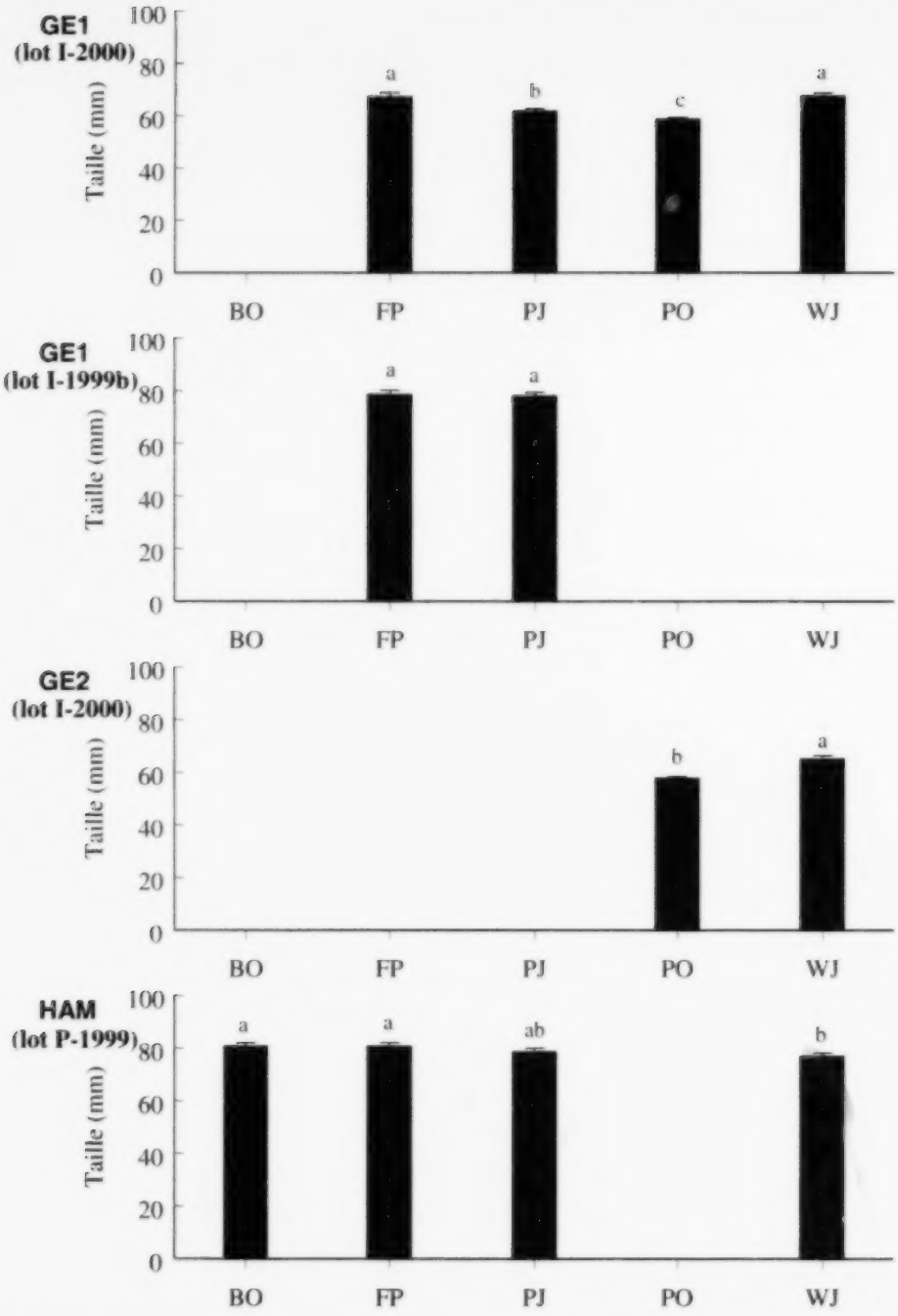


Figure 18. Taille moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants vivants selon le site (GE1, GE2 et HAM), le lot (I-1999b, I-2000 et P-1999) et la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ) sans nettoyage, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. Pour un même site, des lettres identiques identifient des tailles similaires.

La taille des pétoncles récupérés au site GE2 diffère significativement entre les deux structures, un an après leur mise à l'eau (Annexe 18 et Figure 18). Les pétoncles ayant été mis en élevage dans la structure PO ont eu une croissance moindre que ceux dans la structure WJ.

À HAM, la croissance des pétoncles varie aussi selon la structure utilisée (Annexe 18). Les structures BO et FP ont eu des pétoncles de tailles significativement supérieures de celles de WJ (Figure 18). Les tailles atteintes dans PJ sont similaires aux autres structures. Contrairement aux deux autres sites, la plus faible croissance a été obtenue dans WJ à HAM.

4.3.3. Effet du nettoyage

Mise en élevage de l'automne 2001

Deux ans après la mise en élevage de l'automne 2001, le nettoyage n'a eu, dans huit cas sur dix, aucun effet sur la croissance des pétoncles (Annexe 19 et Figure 19). Pour les deux cas où le nettoyage a affecté la taille finale des pétoncles, soit dans WJ à GE1 et dans PO à GE2, les tailles étaient plus élevées dans les structures avec nettoyage.

Mise en élevage du printemps 2002

Le nettoyage des structures a agit sur la taille finale des pétoncles dans 58 % des cas un an après leur mise à l'eau au printemps 2002 (Annexe 20 et Figure 20). Le nettoyage a eu pour résultat d'augmenter la croissance pour les pétoncles installés dans les WJ aux trois sites ainsi que dans les BO et PJ à HAM. Le nettoyage des structures a aussi eu pour effet de restreindre la croissance des pétoncles dans PJ à GE1 et dans FP à HAM.

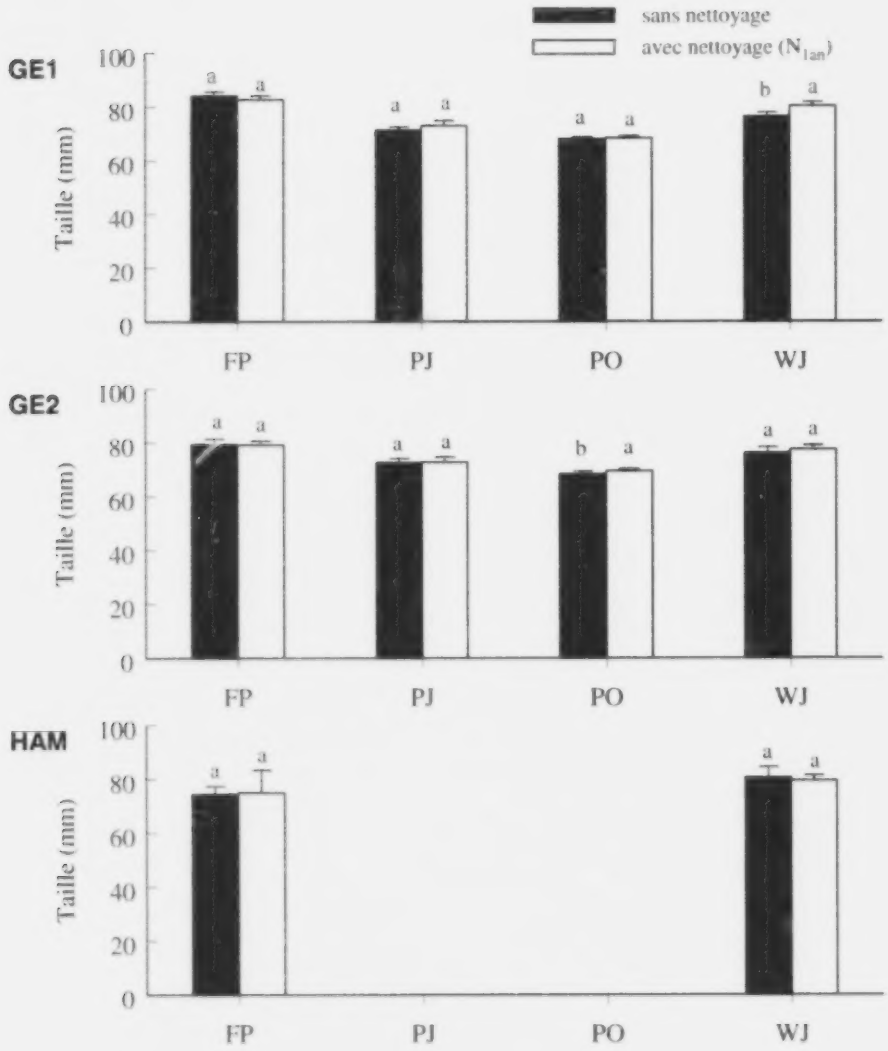


Figure 19. Taille moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) des pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM) et la structure (FP, PJ, PO et WJ), sans ou avec nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001. Pour chaque site et structure pris séparément, des lettres identiques identifient des pertes similaires.

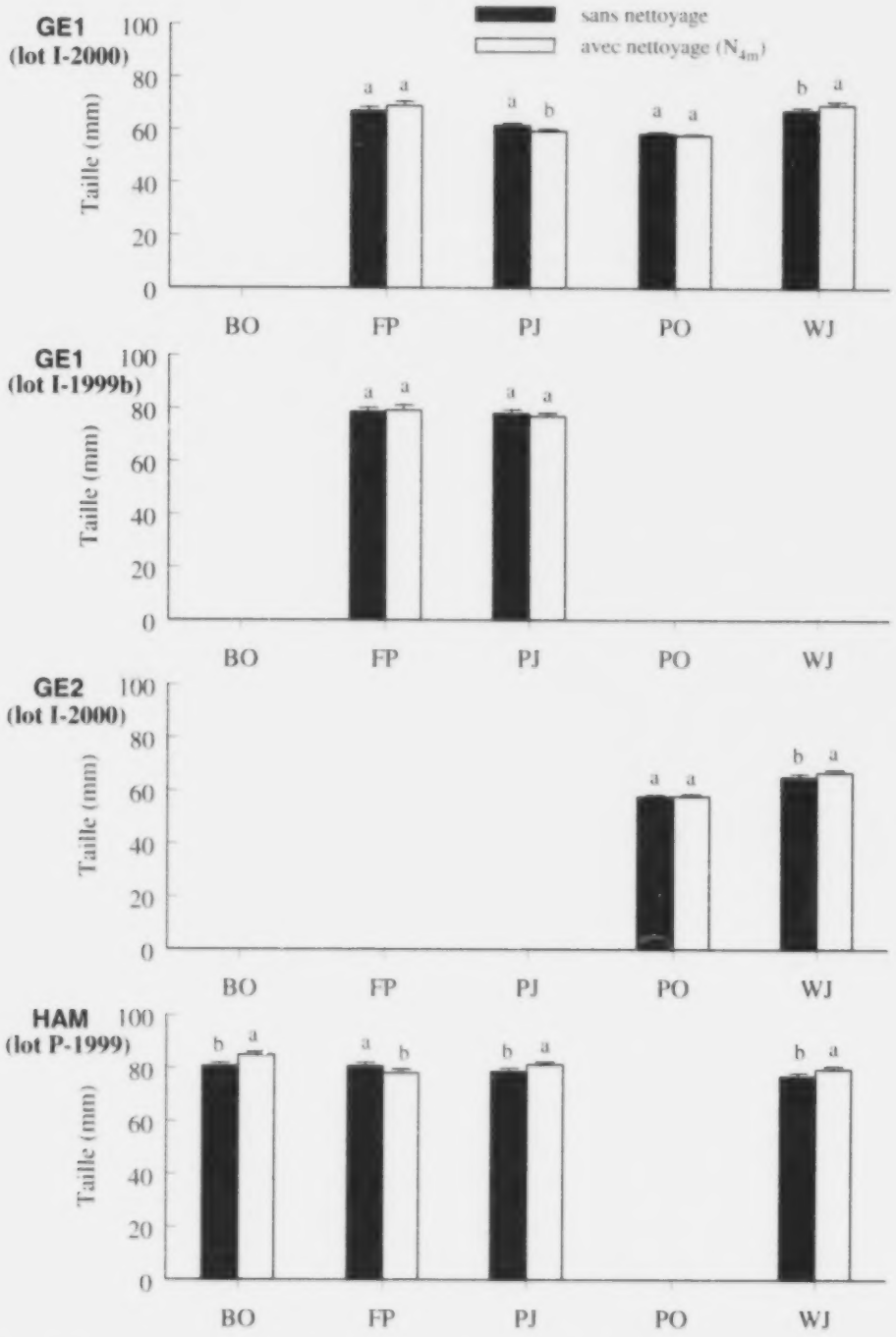


Figure 20. Taille moyenne (± intervalle de confiance à 95 %) de pétoncles géants selon le site (GE1, GE2 et HAM), le lot (I-1999b, I-2000 et P-1999) et la structure (BO, FP, PJ, PO et WJ), sans ou avec nettoyage, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002. Pour chaque site et structure pris séparément, des lettres identiques identifient des pertes similaires.

4.4. SALISSURES

4.4.1. Prédateurs

Des crabes communs et des étoiles de mer ont été observés dans les structures. Le nombre de crabes a varié de 0 à 20 dans les structures récupérées un an après la mise en élevage de l'automne 2001, et de 0 à 9 après un an et de 0 à 10 après deux ans dans celles immergées au printemps 2002 (Annexe 21). Il y avait généralement peu (ou pas) de crabes dans les FP et WJ comparativement aux PJ et PO (Figure 21). Pour les PJ, les crabes étaient bien souvent plus abondants aux unités inférieures des structures. Le nettoyage aurait eu pour effet de diminuer la fréquence de cette espèce lorsque celle-ci était très abondante. La largeur du céphalothorax de tous les crabes mesurés variait de 13 à 113 mm, pour une taille moyenne de 45,3 ± 15,8 mm.

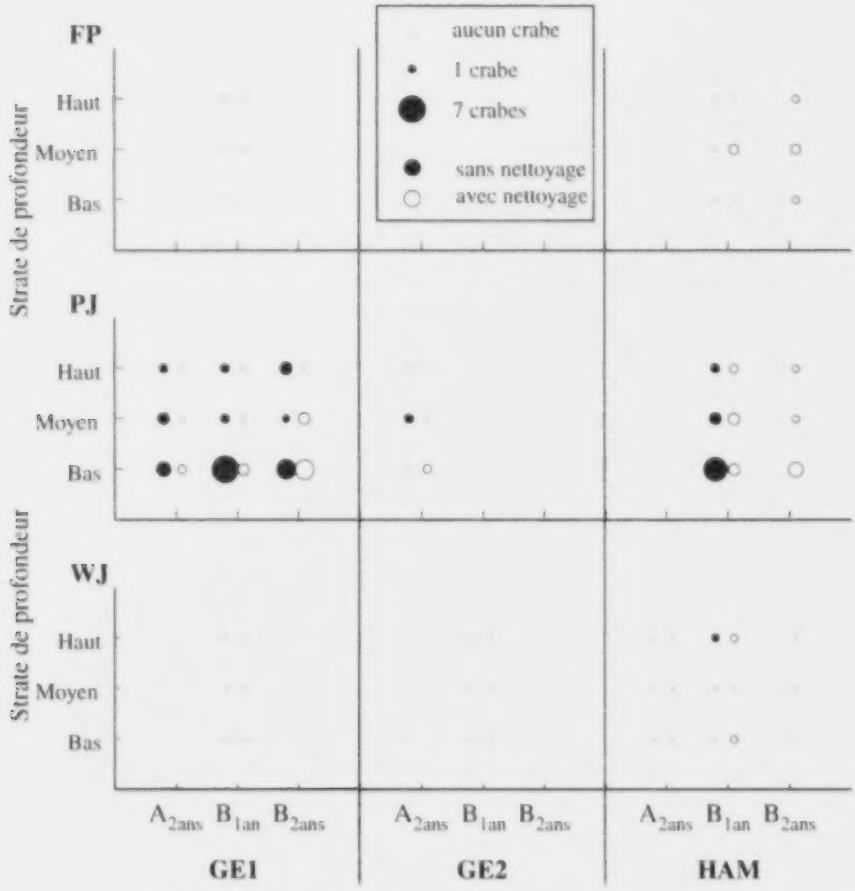


Figure 21. Nombre de crabes communs selon le site (GE1, GE2 et HAM), la structure (FP, PJ et WJ), sans et avec nettoyage, et la strate de profondeur (haut, moyen et bas), deux ans (A_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 et un an (B_{1an}) et deux ans (B_{2ans}) après celle du printemps 2002.

Les étoiles de mer étaient plus abondantes que les crabes (Annexe 22). Les plus grands effectifs, plus de 219 individus, ont été observés dans les PO aux sites GE1 et GE2, un an après la mise en élevage du printemps 2002. Leur nombre était toutefois généralement inférieur à 50 étoiles par structure. Les étoiles étaient présentes à toutes les strates de profondeur (Figure 22). Le nettoyage des structures ne semble pas avoir eu d'effet sur la quantité d'étoiles de mer, sauf pour les WJ à GE1 où les effectifs sont beaucoup moindres dans les structures avec nettoyage. Le rayon moyen des étoiles mesurées était de 16,5 ± 10,9 mm, les mesures individuelles variant de 2 à 98 mm.

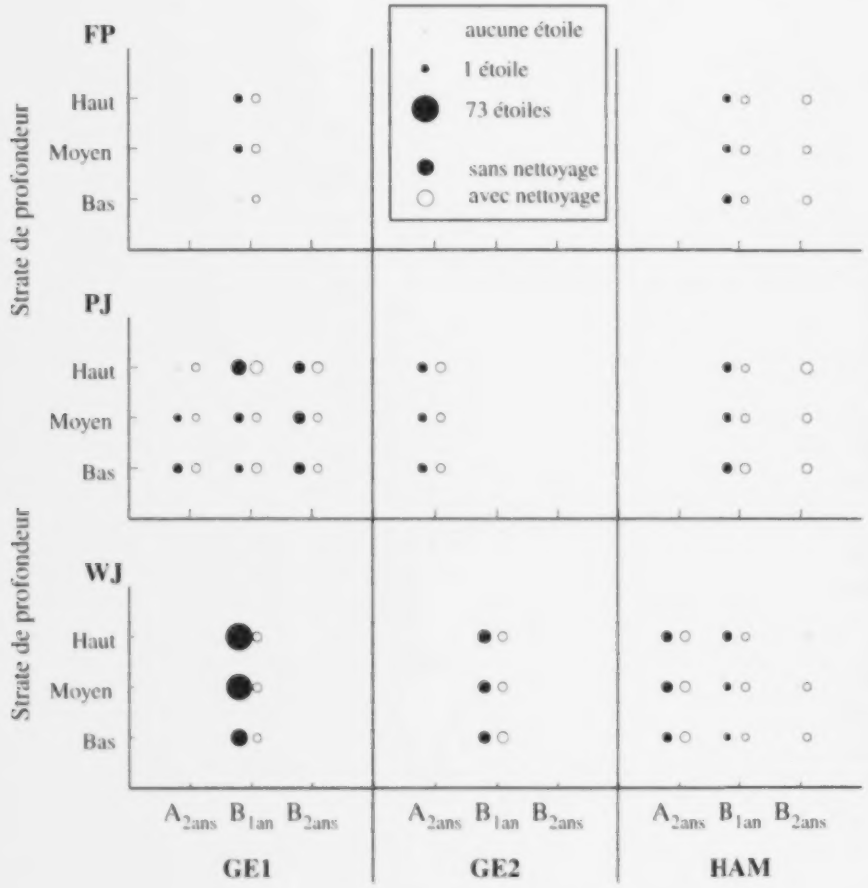


Figure 22. Nombre d'étoiles de mer selon le site (GE1, GE2 et HAM), la structure (FP, PJ et WJ), sans et avec nettoyage, et la strate de profondeur (haut, moyen et bas), deux ans (A_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 et un an (B_{1an}) et deux ans (B_{2ans}) après celle du printemps 2002.

4.4.2. Moule bleue et autres salissures

Les moules bleues comptent parmi les organismes indésirables, à part les prédateurs, les plus nombreux et les plus dérangeants pour un pectiniculteur. L'enchevêtrement des byssus de moules peut créer des amas compacts qui limitent la mobilité des pétoncles et l'ouverture de

leurs valves. Les moules sont difficiles à déloger lors du nettoyage et c'est pour cette raison, entre autres, que les BO ont dû être grattés à la main pour enlever ces salissures.

Le nombre des moules présentes dans les structures a varié entre 0 et 100, un an après la mise en élevage du printemps 2002 et entre 3 et 345 après deux ans (Annexe 23). Les plus grandes quantités de moules ont été observées après deux ans d'élevage dans la structure WJ au site HAM (Figure 23). Dans ce cas précis, le nombre de moules présentes dans les structures nettoyées est au moins six fois supérieur à celui des structures non nettoyées. De façon générale, le nettoyage des structures n'a visiblement pas permis de réduire le nombre de moules présentes. De plus, l'abondance des moules ne semble pas être affectée par la profondeur des unités des structures.

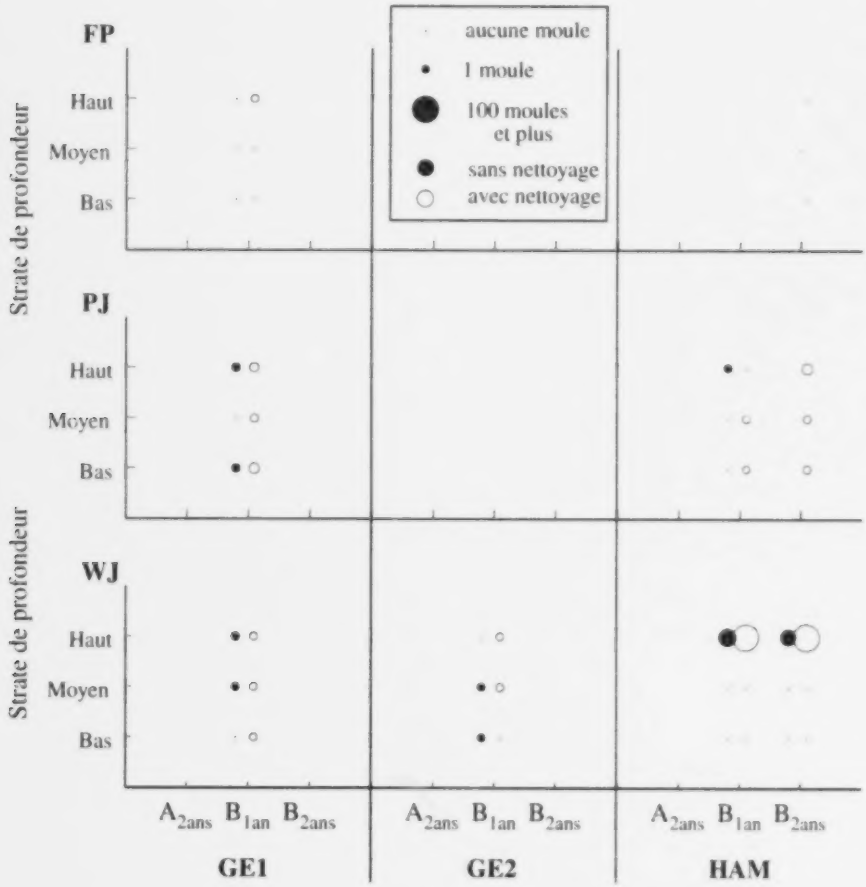


Figure 23. Nombre de moules bleues selon le site (GE1, GE2 et HAM), la structure (FP, PJ et WJ), sans et avec nettoyage, et la strate de profondeur (haut, moyen et bas), deux ans (A_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 et un an (B_{1an}) et deux ans (B_{2ans}) après celle du printemps 2002.

Différentes méthodes ont été utilisées pour évaluer la quantité des salissures biologiques. Une première méthode consistait à mesurer le poids de la structure, incluant les pétoncles, lorsqu'immergée, un an après la mise à l'eau du printemps 2002. Quarante-cinq (45) structures ont été pesées de cette façon, près de la moitié de celles-ci avaient été nettoyées quatre mois après leur mise à l'eau. Les résultats de ces pesées ne montrent pas d'effet du nettoyage, le poids des structures nettoyées étant soit plus faible, similaire, voire supérieur à celui des structures non nettoyées (Tableau 12). Étant donné que le poids des salissures immergées est probablement négligeable comparé à celui des structures avec leurs pétoncles, il semble donc difficile de quantifier l'effet du nettoyage avec cette méthode.

Tableau 12. Poids humide moyen (kg ± écart-type) des structures immergées, incluant les pétoncles et les salissures, selon le site, le lot et la structure, sans et avec nettoyage (N_{4m}), un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002.

Site – lot	Structure	E_{1an} [1]	
		sans	avec N_{4m}
GE1 – I-2000	FP	1,02 ± 0,48	1,59 [2]
	PJ	1,14 ± 0,32	1,02 ± 0,48
	PO	2,16 ± 0,16	2,27 ± 0,32
	WJ	2,04 ± 0,00	1,59 ± 0,32
GE1 – I-1999b	FP	1,59 ± 0,64	2,04 ± 0,96
	PJ	1,36 ± 0,00	0,91 ± 0,00
GE2 – I-2000	WJ	1,96 ± 0,13 [4]	3,10 ± 1,07 [3]
HAM – P-1999	BO	1,25 ± 1,12	0,68 ± 0,33
	FP	2,27 ± 0,64	2,04 ± 0,33
	PJ	1,36 ± 0,00	1,25 ± 0,16
	WJ	6,01 ± 0,16	6,69 ± 0,81

[1] Deux structures pesées, sauf exception (voir [2] et [3]).
[2] Une structure pesée.
[3] Trois structures pesées.

Une deuxième méthode consistait à peser les structures, une fois vidées de leurs pétoncles et des prédateurs (présents dans la structure) et après un temps d'égouttement standard. Dans ce cas, le poids des salissures biologiques a été obtenu en retranchant du poids total, le poids de la structure propre humide. Cette méthode n'a été utilisée qu'à HAM deux ans après la mise à l'eau du printemps 2002 (Tableau 13). Les résultats obtenus avec cette méthode indiquent que les WJ seraient la structure la plus colonisée par les salissures biologiques (8,52 et 9,57 kg). Comme une seule structure non nettoyée a été pesée, il est impossible d'évaluer l'effet du nettoyage sur les salissures avec cette méthode.

Tableau 13. Poids humide moyen (kg ± écart-type) des salissures égouttées (sans les pétoncles et les prédateurs) selon la structure, sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an}, N_{18m}), deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage du printemps 2002 au site HAM.

Structure	E_{2ans}			
	sans [1]	avec N_{4m} [2]	avec N_{1an} [2]	avec N_{18m} [2]
FP		6,15 ± 2,40	4,20 ± 0,07	3,60 ± 0,64
PJ		4,29 ± 0,35	5,44 ± 0,00	3,24 ± 1,27
WJ	4,42	8,52 ± 1,27		9,57 ± 4,60 [3]

[1] Une structure pesée.
[2] Deux structures pesées.
[3] Structures ayant subi deux nettoyages (N_{1an} et N_{18m}).

La troisième méthode utilisée, qui était la plus précise des trois méthodes de pesage essayées, consistait à nettoyer la structure la plus sale de sa catégorie au jet d'eau, puis à récupérer les salissures sur un filet à petite maille. Les salissures étaient ensuite séparées, séchées et pesées par espèce. Trente-quatre (34) structures ont été analysées avec cette méthode, dont 12 structures non nettoyées, deux ans après la mise à l'eau du printemps 2002.

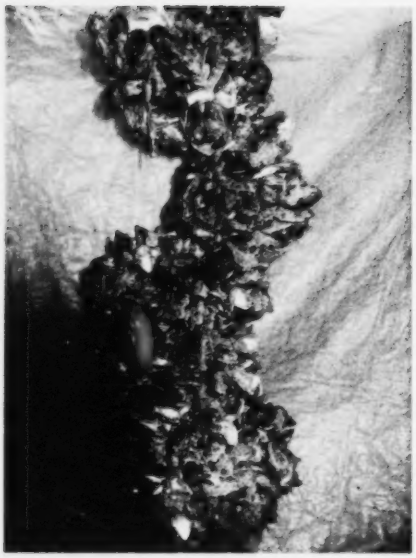
Les poids secs des salissures après un an et deux ans en élevage varient entre 0,03 et 2,46 kg pour les structures non nettoyées et entre 0,01 et 3,16 kg pour celles nettoyées (Tableau 14). Dans la majorité des cas, sauf pour les BO à HAM, le poids sec des salissures était plus faible pour les structures nettoyées. Au site GE1, les structures non nettoyées PO et WJ semblent accumuler le plus de salissures, tandis qu'à HAM ce sont les structures BO et WJ. La Figure 24 montre les salissures présentes sur des structures échantillonnées en juin 2004 à HAM.

Tableau 14. Poids secs (kg) des salissures récoltées au jet d'eau selon le site, le lot et la structure, sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage du printemps 2002.

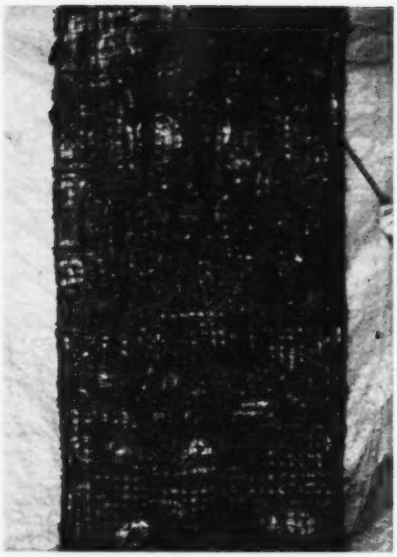
Site – lot	Structure	E_{1an} [1]		E_{2ans} [1]			
		sans	avec N_{4m}	sans	avec N_{4m}	avec N_{1an}	avec N_{18m}
GE1 – I-2000	FP	0,17	0,09 [2]				
	PJ	0,10	0,08				
	PO	0,35	0,24				
	WJ	0,40	0,11				
GE1 – I-1999b	FP	0,09	0,06				
	PJ	0,06	0,08				
HAM – P-1999	BO	1,84	0,01	1,01	0,04	0,02	1,90
	FP	0,03	0,04		0,25	0,30	0,07
	PJ	0,14	0,05		0,37	0,30	0,13
	WJ	2,46	1,68	2,44	3,16	2,53	

[1] Une structure traitée.
[2] Deux structures traitées en raison de la variabilité de la couverture des salissures.

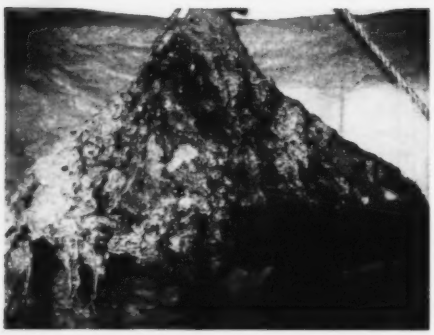
BO



FP



PJ



WJ

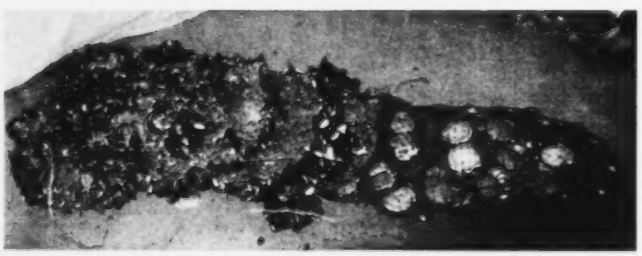


Figure 24. Exemples de salissures observées sur des boucles d'oreilles (BO), un filet à pochettes (FP), un panier japonais (PJ) et une lanterne Wang-Joncas (WJ), deux ans après la mise en élevage du printemps 2002 au site HAM.

Les espèces identifiées dans les sous-échantillons de salissures sont : algues, anémone, ascidie, crustacés (*Cancer irroratus*, Caprellidés, Isopodes), étoiles de mer (principalement *Asterias vulgaris*) et mollusques (*Anomia* sp., *Crepidula plana*, gastéropodes, *Hiatella arctica*, *Mesodesma arctatum*, *Mya arenaria*, *Mytilus edulis*, *Tectura* sp.). Les trois espèces les plus fréquentes sont les moules bleues, les saxicaves arctiques (*Hiatella arctica*) et les étoiles de mer. Ces trois espèces ont été observées sur au moins vingt-neuf structures des 34 structures échantillonnées. La moule, avec 5 336 individus dénombrés dans les sous-échantillons, est l'espèce la plus nombreuse. La saxicave et les étoiles de mer suivent avec 333 individus et 184 individus respectivement. Les moules retrouvées sur les structures sont en général d'une taille inférieure à 15 mm et probablement issues d'un captage récent. Les moules présentes sur les BO et les WJ sont plus grosses, leur taille moyenne atteignant 21 mm. Le poids sec des moules représente plus de 50 % du poids des salissures sur les WJ et les BO à HAM, la proportion est toutefois plus variable pour les BO.

L'analyse des photographies des structures fait ressortir que les plus sales, deux ans après leur mise à l'eau de l'automne 2001, sont FP, PJ et WJ à GE1 et FP à GE2 avec plus de 56 % de couverture par les salissures (Tableau 15). À HAM, les WJ ont plus de 81,5 % de salissures. Les structures les plus sales, après un an d'élevage à l'essai 2002, sont PJ, PO et WJ à GE1 et PJ à HAM avec plus de 66 % de recouvrement par les salissures. Après deux ans d'élevage à HAM, le taux de recouvrement variait entre 47 et 65 % pour les FP et WJ et entre 88 et 96 % pour PJ. Généralement, les étages situés près de la surface de l'eau des FP et WJ sont les plus colonisés. Le nettoyage des structures semble avoir eu peu d'effet sur le taux de recouvrement par les salissures. Dans la majorité des cas, les taux sont similaires ou plus faibles sur les structures nettoyées que sur celles non nettoyées. Dans quelques cas, les salissures étaient plus présentes sur les structures nettoyées.

Sur les photographies analysées, les salissures étaient composées, dans la presque totalité des cas, d'algues et de limon. Des moules bleues ont été observées sur les PJ non nettoyés de GE2, moins de 20 % de recouvrement, deux ans après leur mise à l'eau à l'automne 2001. Certains WJ mis à l'eau au printemps 2002 présentaient aussi une proportion importante de moules bleues. Il faut toutefois préciser que cette méthode d'analyse ne permet que de quantifier les organismes présents sur les structures et que l'identification des petits organismes est difficile.

Six cotes ont été utilisées pour l'analyse des photographies de BO pour décrire les salissures et évaluer leur importance. Les résultats de ces analyses montrent que, généralement, les étages supérieurs, près de la surface de l'eau, sont plus colonisés que les étages inférieurs (Tableau 16). Pour cette structure, le nettoyage semble avoir eu un effet sur l'abondance des salissures, les pétoncles des structures non nettoyées étant beaucoup plus sales que ceux des structures nettoyées. Les salissures présentes sur les BO nettoyées sont presque exclusivement des algues et du limon, qui ne limitent pas l'ouverture des valves. Par contre, sur les structures non nettoyées, les coquilles des pétoncles étaient colonisées, bien souvent à plus de 50 %, par les moules bleues, ce qui peut restreindre de beaucoup leur liberté de mouvement.

Tableau 15. Recouvrements moyens (%) par les salissures, estimés à partir de photographies prises à la sortie de l'eau des structures, sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}), selon le site, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 et un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après celle du printemps 2002.

Site / Structure	Étage [1]	Automne 2001		Printemps 2002					
		E_{2ans}		E_{1an}		E_{2ans}			
		sans	avec N_{1an}	sans	avec N_{4m}	sans	avec N_{4m}	avec N_{1an}	avec N_{18m}
GE1									
FP	tous	64,7	62,0	58,7	34,6				
	haut	83,2	73,0	76,3	38,6				
	moyen	70,8	59,7	55,8	39,3				
	bas	40,0	53,3	42,9	25,9				
PJ		75,5	61,7	76,1	94,5	84,2	86,8	77,3	
PO		41,9	43,6	78,7	75,8				
WJ	tous	79,2	56,1	87,4	46,3				
	haut	89,6	77,2	92,6	75,1				
	moyen	79,2	73,1	83,0	63,0				
	bas	68,9	15,3	86,7	60,7				
GE2									
FP	tous	83,7	76,2						
	haut	75,6	74,1						
	moyen	86,7	80,8						
	bas	88,9	73,5						
PJ		67,3	36,1						
PO		17,8	18,1	58,0	65,1				
WJ	tous	36,0	45,6	49,4	41,0				
	haut	72,3	67,9	52,7	57,5				
	moyen	28,9	59,2	53,8	41,9				
	bas	6,7	9,8	41,7	23,5				
HAM									
FP	tous			10,6	12,7		64,2	64,8	59,8
	haut			22,8	21,7		59,3	68,9	75,6
	moyen			7,4	11,9		64,4	66,7	57,0
	bas			1,7	4,4		68,9	58,8	45,9
PJ				73,2	89,7		90,3	96,3	88,5
WJ	tous	92,2	81,5	33,1	27,9	47,2	56,3		65,2
	haut	98,9	73,3	77,0	66,7	93,3	80,0		100,0
	moyen	95,6	98,5	22,2	17,0	47,2	86,7		93,3
	bas	82,2	72,6	0,0	0,0	1,1	2,2		2,2

[1] Pour les structures FP et WJ, haut identifie les cinq premières lignes du quadrillage (haut de la structure), moyen les cinq lignes du milieu, bas les cinq dernières lignes de la grille (bas de la structure) et tous la structure entière.

Tableau 16. Cotes moyennes de salissures, déterminées à partir de photographies prises à leur sortie de l'eau de boucles d'oreilles (BO), sans et avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an} et N_{18m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage du printemps 2002 au site HAM.

Structure	Étage [1]	E_{1an}		E_{2ans}			
		sans	N_{4m}	sans	N_{4m}	N_{1an}	N_{18m}
BO	haut	3,7	2,0	3,3	2,1	3,5	2,4
	moyen	3,7	2,0	5,0	2,3	3,5	3,0
	bas	2,5	2,0	5,0	2,0	2,0	2,0

[1] Haut identifie les sept premières paires de pétoncles du haut de la ligne de BO, moyen les six paires du milieu et le bas les sept paires du bas de la structure.

5. DISCUSSION

Ce projet visait à mesurer l'effet du site et de la structure sur la survie et la croissance des pétoncles élevés en structures. Les pertes de pétoncles ainsi que l'effet du nettoyage ont également été évalués. D'autres variables, telles que la période de mise en élevage et l'abondance des salissures, ont été abordées de façon descriptive. L'effet des différentes variables est discuté dans les paragraphes qui suivent en fonction des résultats obtenus. Des contraintes biologiques, des conditions climatiques parfois rigoureuses et des retards dans la réalisation des suivis ont eu pour effet d'augmenter la variabilité des résultats et de rendre parfois leur interprétation difficile. Malgré ces contraintes, les résultats obtenus devraient aider les pectiniculteurs dans leurs prises de décisions.

5.1. Survie des pétoncles

La survie des pétoncles, soit la proportion de vivants retrouvés sur le nombre total mis en élevage dans les structures, est faible (de 17 à 54 %) dès le premier suivi de l'essai de 2001. Après deux ans en élevage, la survie de ces pétoncles se situe entre 14 et 40 %, à deux exceptions près. La survie des pétoncles mis en élevage au printemps 2002 a atteint généralement de 48 à 81 % après 3 mois d'élevage, de 49 à 77 % après 1 an et de 31 à 58 % après 2 ans.

Les résultats obtenus à l'essai de 2002 aux Îles-de-la-Madeleine se comparent à ceux de Girault *et al.* (2005) dans la baie de Gaspé. Ces auteurs ont obtenu des taux moyens de survie du pétoncle géant de 22 à 88 % selon le mois de la mise à l'eau (juin et octobre 2001), après un an d'élevage dans les structures BO, PO, PJ, WJ et la cage Savoury. Après deux ans d'élevage, leurs taux de survie variaient de 18 à 52 %. Ces auteurs ont associé les plus fortes mortalités de pétoncles au choc thermique de la mise en élevage en juin 2001 et à un stress physiologique.

Deux causes de mortalité ont été identifiées au cours des travaux réalisés aux Îles-de-la-Madeleine. La mortalité, survenue peu de temps après les deux mises à l'eau des dispositifs expérimentaux, aurait été induite par les manipulations. Le fait que la taille moyenne des pétoncles morts mesurée au premier suivi des essais de 2001 et de 2002 était similaire à la taille initiale des pétoncles supporte cette hypothèse. Une mortalité, moins marqué que la première et probablement d'origine environnementale, serait survenue entre l'automne 2002 et l'été 2003,

puisque la taille moyenne des morts se rapproche plus de celle des vivants mesurés à l'automne 2002.

Frenette et Parsons (2001) ont observé que le pétoncle géant juvénile était moins tolérant à la salinité lors d'une augmentation de la température. Une telle situation est peu probable dans l'expérience réalisée aux Îles-de-la-Madeleine, car les pétoncles utilisés provenaient de lots élevés depuis un an à proximité des sites expérimentaux. Toutefois, les températures de l'air froides observées à l'automne 2001, lors du transport des pétoncles et du montage des structures, ont pu causer un stress thermique important aux pétoncles mis en élevage. Une meilleure survie des pétoncles lors de la mise à l'eau du printemps 2002 serait expliquée par des températures plus clémentes lors de la mise en élevage.

L'épisode de mortalité survenu entre la fin de l'automne 2002 et le printemps 2003 pourrait être la résultante de conditions environnementales défavorables (ex. tempêtes), de méthodes d'élevage inadéquates ou de la dégradation de la condition physiologique des organismes. À l'automne 2002, plusieurs tempêtes ont fortement touché les lagunes du Havre aux Maisons et de la Grande Entrée (M. Fournier et C. Éloquin, mytiliculteurs, Îles-de-la-Madeleine, comm. pers.). Le brassage soutenu des structures lors du passage de ces tempêtes aurait causé une mortalité accrue chez les pétoncles. Freites *et al.* (1999), ont émis l'hypothèse que la mortalité de *Euvola ziczac*, élevé en suspension, pouvait être reliée au brassage. Des pétoncles élevés à fortes densités en vrac dans des structures ont de grandes possibilités de blessures. Il est aussi possible qu'une partie des pétoncles soient morts quelques semaines après la ponte, qui survient habituellement en août-septembre (Giguère *et al.* 1994a), à la suite d'une baisse de leurs réserves énergétiques.

Des écarts de température et de salinité peuvent aussi être des causes possibles de mortalité chez les pétoncles. Dadswell et Parsons (1991) ont noté une mortalité de 50 % chez des pétoncles géants juvéniles maintenus en paniers japonais à la suite d'une salinité printanière de 18. Les données de salinité disponibles pour la période des travaux n'indiquent pas d'anomalie de ce paramètre physique dans la colonne d'eau qui aurait pu induire une telle mortalité. La salinité dans les lagunes suit habituellement celle du golfe du Saint-Laurent (Giguère et Poirier 1980, Werstink 2007). La température de l'eau dans les lagunes n'a jamais dépassée 21 °C, sauf en juillet et août 2002 dans la lagune de la Grande Entrée ce qui aurait pu entrainer une certaine mortalité des pétoncles. D'après Frenette et Parsons (2001), de tels extrêmes de température pourraient restreindre la survie du pétoncle géant. Par contre, des travaux exécutés dans la lagune du Havre aux Maisons en 1990 et 1991 ont démontré que le cycle reproducteur du pétoncle géant était sensiblement le même que chez des pétoncles récoltés en pleine mer (Giguère *et al.* 1994a). De plus, le développement des larves et des juvéniles de pétoncles géants semblait normal dans la lagune de la Grande Entrée en 1993 (Giguère *et al.* 1994b). Les températures d'eau mesurées lors de ces deux expériences n'ont, toutefois, pas dépassée 21 °C.

La survie des pétoncles a été significativement plus faible au site HAM lors de l'essai de 2001. Le faible taux de survie observé à ce site ne serait pas nécessairement dû au site, mais possiblement au choc thermique subit par les organismes lors de la mise en structure. Les données environnementales recueillies au cours de l'essai de 2001, ne montrent aucune anomalie particulière au site HAM, pas plus qu'aux deux autres sites. Toutefois, la température de l'air, qui était d'environ 0 °C au moment de la mise en structure des pétoncles à HAM, a pu induire un stress supplémentaire. Les taux de survie obtenus lors de nos travaux seraient le reflet de conditions expérimentales particulières, car les valeurs mesurées par Cliche *et al.* (2003) étaient

élevées et similaires dans des WJ et des PJ, de l'ordre de 80 à 84 % de survie des pétoncles géants mis en élevage depuis 1,5 an dans les lagunes de la Grande Entrée et du Havre aux Maisons.

La survie des pétoncles deux ans après leur mise en élevage à l'automne 2001 a été supérieure dans les structures (sans nettoyage) FP et PJ à GE1 et FP à GE2. À l'essai de 2002, la survie des pétoncles a été généralement supérieures dans les structures BO, PO et WJ après un an d'élevage. Les structures ayant les plus faibles taux de survie ont varié entre les sites et les essais. Étant donnée cette variabilité, il est difficile de statuer sur les performances des différentes structures.

En théorie, les meilleurs taux de survie devraient être obtenus avec des structures offrant la meilleure protection contre les prédateurs et contre les pertes. Dans ces conditions, les PJ et les PO devraient bien performer puisque ce sont des structures assez hermétiques lorsque bien fermées. À l'opposé, des structures telles les WJ, dont le filet est fragile, résisteraient moins aux agressions des prédateurs. L'absence de barrière physique contre les prédateurs sur les BO rend les pétoncles de ces structures particulièrement sensibles à la prédation, principalement lorsque les structures ne sont pas nettoyées et que les lignes touchent le fond. Girault *et al.* (2005) ont obtenu de meilleurs taux de survie dans les WJ et PJ et les plus faibles dans les BO après un an en élevage dans la baie de Gaspé. Penney et Mills (1997) mentionnent toutefois que la survie des pétoncles serait affectée par la taille initiale des pétoncles plutôt que par la taille des mailles du filet de la structure d'élevage. Avec les résultats obtenus aux essais de 2001 et 2002, il est difficile de lier les meilleurs taux de survie à une structure particulière, c'est plutôt un agencement de plusieurs variables dont la structure, le site et le lot.

5.2. Perte de pétoncles

Un an après la mise en élevage de l'automne 2001, les pertes de pétoncles sont généralement inférieures à 9 %. Après deux ans, les pertes se chiffrent entre 2 et 23 %, sauf quelques exceptions. Les pertes sont plus importantes dans les structures FP et WJ que dans les structures PJ et PO. Un an après la mise en élevage du printemps 2002, les pertes de pétoncles sont majoritairement inférieures à 15 % pour les structures sans et avec nettoyage. Deux ans après la mise à l'eau, les pertes cumulatives de pétoncles varient de 6 à 38 %.

Lors de l'essai de 2001, les pertes de pétoncles ont été significativement plus importantes à HAM qu'aux deux autres sites, ceci principalement dues au fait que les pertes survenues dans les FP ont été très importantes. Toujours à l'essai de 2001, les pertes ont été plus importantes dans les FP et WJ non nettoyés. Les résultats de l'essai de 2002 sont sensiblement les mêmes, les pertes étant plus élevées dans les BO, FP et WJ.

Les pertes élevées de pétoncles dans les FP, WJ et BO peuvent être le résultat de la conception même de la structure. Les FP, par leur capacité à s'enrouler sur eux-mêmes, présentent l'avantage de se manipuler facilement. Le fait que chaque pochette des FP a une ouverture sur toute la largeur de la structure rend les manipulations délicates. Lorsque la structure est mal enroulée, c.-à-d. quand les pochettes sont placées du côté extérieur du rouleau ou quand la structure est déroulée trop rapidement, il y a des risques de perdre plusieurs pétoncles. Ce risque peut être accentué par la petitesse des pétoncles mis en élevage (40 mm à l'essai 2001 par rapport à 64 mm à l'essai 2002). Le filet qui recouvre les WJ se brise facilement, ou se déplace, lors des manipulations, permettant alors aux pétoncles de sortir de la structure. De plus, lorsque

les WJ s'alourdissent, les soucoupes se rompent ou se détachent. À la différence des autres structures, les pétoncles des BO ne sont pas recouverts d'un filet de protection, ce qui a pour inconvénient que les salissures se fixent directement sur les individus. Il est fréquent de voir de ces pétoncles recouverts de moules se détacher des structures (bris de la coquille au niveau du trou percé nécessaire pour insérer l'attache de plastique) lors de leur remontée sur le bateau. Le pourcentage élevé des pertes sur les BO lors de la récolte en juin 2004 reflète bien cette situation. À la même période, les structures PJ et PO présentent en général le taux de pertes le plus bas, en raison d'une fermeture adéquate des structures.

Il semble que des pertes de pétoncles soient principalement occasionnées par les manipulations effectuées lors de la mise à l'eau et du nettoyage des structures. Le pectiniculteur devra donc planifier et exécuter toutes manipulations de ces structures avec grand soin, voire les réduire autant que possible.

5.3. Croissance des pétoncles

Après deux ans en élevage, des pétoncles d'environ 40 mm ont atteint des tailles comprises entre 69 et 84 mm. Des pétoncles ayant une taille moyenne initiale de 64 mm mesuraient entre 84 et 99 mm. Malgré la présence d'une interaction significative entre les sites et les structures, les pétoncles semblent avoir eu une meilleure croissance aux sites GE1 et HAM, deux ans après la mise en élevage de l'automne 2001.

Étant donné que la température et possiblement la salinité étaient relativement similaires et stables dans les lagunes de la Grande Entrée et du Havre aux Maisons, d'autres facteurs comme la disponibilité de nourriture pourraient expliquer les variations de croissance. Les travaux de Rheault et Rice (1996) ont montré que la croissance répondait négativement à une réduction de 27 % de la concentration de chlorophylle *a*. Wildish et Saulnier (1992 et 1993) ont démontré, par ailleurs, que l'alimentation du pétoncle géant est optimale à une vélocité de 10 cm/s, mais réduite à moins de 3 cm/s. Selon Werstink (2007), le courant est faible dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine et c'est le régime éolien qui est le principal facteur agissant sur la circulation de l'eau. Cet auteur précise que la vitesse moyenne des courants près des sites d'élevage expérimentaux varie entre 1 et 6 cm/s, mais atteint jusqu'à 15 cm/s avec l'intervention du vent, ce qui semble approprié pour la croissance du pétoncle géant.

Cliche *et al.* (2003) n'ont observé, pour leur part, aucune différence de croissance entre des pétoncles géants élevés un an dans la lagune de la Grande Entrée et ceux gardés dans la lagune du Havre aux Maisons. Selon Werstink (2007), le potentiel maricole des lagunes de la Grande Entrée et du Havre aux Maisons pour l'élevage en suspension du pétoncle géant est sensiblement le même. Ce potentiel ne serait limité que par l'accessibilité aux sites d'élevage en hiver (présence de glace) et l'atteinte de températures élevées en été.

Les pétoncles ont eu la meilleure croissance dans les structures FP à GE1, dans FP et WJ à GE2 et dans WJ à HAM deux ans après la mise en élevage de l'automne 2001. Un an après celle du printemps 2002, la croissance des pétoncles était supérieure dans FP et WJ à GE1, dans WJ à GE2 et dans BO et FP à HAM. Sur le plan de la croissance des pétoncles, les structures BO, FP et WJ semblent les plus intéressantes et la structure PO la moins prometteuse.

Selon Girault *et al.* (2005), les pétoncles, mis en élevage dans la baie de Gaspé, ont obtenu une croissance supérieure dans les BO, mais les structures PJ et les cages Savoury ont quand même bien performées. La croissance des pétoncles a été la plus faible dans leurs structures PO et WJ.

La croissance un peu plus rapide qu'ils ont obtenu dans les BO a été toutefois amoindrie par une mortalité plus élevée à long terme.

D'après les résultats obtenus aux essais 2001 et 2002, la croissance des pétoncles maintenus en suspension dans la colonne d'eau serait supérieure à celle de structures benthiques. Les pétoncles maintenus dans une structure benthique ont un accès restreint à la nourriture en comparaison avec des structures qui occupent toute la colonne d'eau. Ces résultats sont en accord avec les observations de Wildish *et al.* (1988) et Emerson *et al.* (1994) pour la même espèce. Un contact plus étroit avec des particules inorganiques (Crandford et Gordon 1992) et de silt (Cano *et al.* 2000) serait responsable de la diminution de la croissance et de la survie des pétoncles mis en élevage plus près du fond.

Différentes études ont également démontré que le rendement en chair des pétoncles était influencé par la structure d'élevage (Claereboudt *et al.* 1994a, O'Connor *et al.* 1999, Grant *et al.* 2003). Girault *et al.* (2005) ont obtenu de meilleurs rendements en chair chez des pétoncles mis en élevage dans les PO et BO et les plus faibles dans WJ. Ces meilleurs rendements en chair ne sont toutefois pas nécessairement associés à de meilleures croissances des coquilles.

D'autres causes, dont les matériaux de construction et la géométrie des structures peuvent influencer la croissance. Il a été démontré que le courant à l'intérieur du PJ peut être réduit de 25 à 45 % (Grecian *et al.* 2000). Des simulations effectuées en bassins ont également révélé que la vélocité du courant externe, la taille des mailles, l'encrassement, le type et l'abondance des salissures avaient un impact significatif sur la vitesse du courant à l'intérieur des PJ (Devaraj et Parsons 1997, Mouland et Parsons 1999). Plus la maille est petite et la colonisation importante, plus la circulation d'eau sera réduite, ce qui peut se traduire par une diminution de l'apport de nourriture, de la concentration en oxygène dissout et ultimement de la croissance (Wildish *et al.* 1988, Parsons et Dadwells 1994, O'Connor *et al.* 1999, Maguire et Burnell 2001, Uribe et Etchepar 2002). La vitesse et l'orientation du courant influencent fortement la croissance du pétoncle (Wildish *et al.* 1987, Wildish et Saulnier 1992 et 1993, Coté *et al.* 1994). La circulation d'eau dans les structures est, de plus, influencée par sa géométrie, par la taille des mailles des filets qui recouvrent les structures et par la présence de salissures biologiques. Une étude de Claereboudt *et al.* (1994b), réalisée dans une zone de courants faibles, a démontré que les pétoncles collés à l'extérieur de paniers japonais avaient une croissance supérieure à ceux situés à l'intérieur. Ces auteurs recommandent l'utilisation des BO dans un environnement calme. Des couches opaques d'algues et de moules, souvent observées sur les structures, sont susceptibles d'influencer la croissance des individus. La présence, parfois abondante, des moules laisse entrevoir la possibilité d'une concurrence avec les pétoncles pour la nourriture et un effet négatif sur la croissance de ces derniers.

Les BO, sans filet protecteur, et les FP, avec leur filet à grandes mailles, offrent moins de résistance à la circulation d'eau, ce qui ne limite pas l'accès à la nourriture. De plus, ces types de structure, en restreignant les mouvements des pétoncles, permettraient à ceux-ci d'accumuler plus de réserves énergétiques. Selon Lodeiros et Himmelman (1996), les salissures sur la structure ralentiraient plus la croissance du pétoncle *Euvola ziczac* que les salissures sur les coquilles. Les BO sont largement utilisées au Japon dans les endroits peu profonds (10 m), à l'abri des vents forts et des vagues (Ventilla 1982). Ce type de structure semble mieux convenir aux conditions dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine que les PJ, les PO et les WJ. Le FP pourrait également convenir à l'élevage en suspension si le système de fermeture était modifié.

5.4. SALISSURES

Des méthodes utilisées pour évaluer l'abondance et la nature des salissures sur les structures d'élevage, celle qui consistait à mesurer le poids sec des salissures demeure la plus précise, quoique longue et fastidieuse. Les résultats obtenus montrent que des structures testées, la plus favorable et la moins propice aux salissures seraient WJ et FP, respectivement. Il est difficile de comparer les structures entre elles, car la surface échantillonnée varie d'une structure à l'autre. L'espèce qui domine parmi les salissures est sans contredit la moule bleue, dont le poids sec représente parfois plus de 50 % du poids des salissures des WJ et BO à HAM. Pour les autres structures ou sites, les valeurs se situent plutôt entre 0 et 18 %. La colonisation des WJ par les moules est facilitée par la grande surface des soucoupes.

L'analyse des photographies a permis d'évaluer le recouvrement par les salissures sur les structures d'élevage. Les structures les plus colonisées sont FP et WJ deux ans après la mise en élevage de l'automne 2001 et BO, PJ et WJ un an après celle du printemps 2002. Les BO, les FP et les WJ affichent un taux de colonisation moins important aux étages inférieurs.

Les quantités de salissures trouvées sur les structures ne semblent pas disproportionnées par rapport aux valeurs mentionnées dans la littérature. Kurata *et al.* (1996) ont noté que le poids des salissures par ligne de BO pouvait atteindre l'équivalent de la production en pétoncles. Lu et Blake (1997) mentionnent qu'une structure de 5 kg peut peser jusqu'à 20 kg après un mois d'élevage en Floride. Au Chili, des lanternes chinoises passent de 5 kg à 120 kg après 3 mois en culture (Uribe et Etchepar 2002).

Plusieurs études lient la mortalité des pétoncles mis en élevage à la présence des salissures (Dabinett et Couturier 1994, Lu et Blake 1997, Lopez *et al.* 2000). Les salissures ont varié d'intensité d'une structure à l'autre indépendamment du traitement. Toutes ces variations ont possiblement empêché de mesurer leur impact sur les pétoncles. Il est possible, lorsque la structure s'alourdit et touche le fond, que les pétoncles des étages inférieurs soient plus touchés par la prédation ou meurent d'anoxie.

L'analyse des salissures a révélé la présence de plusieurs espèces de bivalves, de crustacés et d'autres invertébrés. Les espèces notées sont similaires à celles observées dans d'autres études (Parsons et Dadswell 1994, Lu et Blake 1997, Dadswell et Parson 2001, Girault *et al.* 2005). Les moules comptent pour une part importante des salissures récoltées, plus particulièrement sur les WJ et BO au site HAM. L'abondance des moules sur les sites expérimentaux de GE2 et HAM s'explique peut-être par la proximité de sites mytilicoles.

Les principaux prédateurs observés dans les structures ont été les crabes communs et les étoiles de mer. Il y avait peu (ou pas) de crabes communs dans FP et WJ comparativement à PJ et PO. Les étoiles de mer étaient beaucoup plus abondantes que les crabes. Les plus grands nombres d'étoiles de mer (> 150 étoiles) ont été observés dans les PO aux sites GE1 et GE2. Les prédateurs peuvent pénétrer dans les structures de plusieurs manières. La manière la plus facile est de passer par les vides de maille du filet protecteur, dans ce cas la taille des prédateurs est limitée à celui du maillage. Ce qui laisse penser que les plus gros individus ont possiblement pénétré dans les structures par des ouvertures (poches ou paniers mal fermés) ou par des bris dans le filet. Mais, dans ces derniers cas, il faut que la structure touche au fond pour que les prédateurs puissent y pénétrer. Finalement, une portion des prédateurs présents dans les

structures peuvent provenir du captage de très jeunes individus (postlarves) qui croissent et sont ensuite emprisonnés dans la structure.

Il est essentiel que les structures ne touchent pas au fond, parce qu'alors la prédation peut devenir très importante, surtout pour les BO et les FP. La mortalité associée à la prédation n'a pas clairement été démontrée au cours de cette étude, mais certains individus montraient des signes de prédation par le crabe. La mortalité causée par les étoiles de mer est plus difficile à identifier, car elles ne laissent pas de marques apparentes sur les coquilles et que leur capacité à réduire de volume leur permet de se faufiler au travers des petits orifices des structures endommagées ou mal fermées. La prédation dans les cages benthiques par les étoiles a aussi été rapportée par Wildish *et al.* (1988) et Cliche *et al.* (2002). Les pétoncles d'élevage gardés en stabulation dans un milieu où les déplacements sont limités semblent plus vulnérables à la prédation que les pétoncles sauvages dans leur habitat naturel. Des travaux récents indiquent, de plus, que les conditions reliées à la culture en suspension ont un impact négatif sur la dureté de la coquille de pétoncle (Lafrance 2002, Grefsrud et Strand 2006), ce qui peut se traduire par une diminution de la résistance des coquilles à la prédation par les crabes.

Bien que l'effet négatif des salissures soit connu, il n'en demeure pas moins que les salissures peuvent, dans certains cas, être bénéfiques pour l'espèce cultivée. Ross *et al.* (2002) ont démontré que les salissures étaient souvent associées à un taux élevé de plancton et de détritus de taille utilisable par les pétoncles. Grecian *et al.* (2000) ont observé que la croissance du naissain de pétoncle était supérieure dans les structures où le courant était réduit par une forte présence de salissures. Cependant, les moules présentes dans et sur les structures des sites à l'étude pourraient entrer en compétition avec les pétoncles pour la nourriture, l'oxygène et l'espace disponible.

5.5. NETTOYAGE DES STRUCTURES D'ÉLEVAGE

Le nettoyage des structures n'a pas eu d'effet constant sur la survie, les pertes et la croissance des pétoncles mis en élevage aux Îles-de-la-Madeleine. Les résultats montrent parfois une augmentation de la survie et de la croissance ou une diminution des pertes. Pour certains cas, un effet négatif du nettoyage a été observé et bien souvent, le nettoyage n'avait aucun effet. Par ailleurs, le nettoyage a augmenté significativement les pertes de pétoncles des FP à l'essai 2001. L'effet du nettoyage des structures sur la quantité des salissures à la fin des expériences a également été variable. Dans certains cas, le nettoyage a même entraîné une augmentation des salissures.

Cliche (MAPAQ, Îles-de-la-Madeleine, données non publiées) a obtenu une croissance significativement plus élevée dans des PJ nettoyés que dans ceux non nettoyés pour des pétoncles géants mis en élevage dans la lagune du Havre aux Maisons, toutefois cet avantage n'a pu été démontré dans la lagune de la Grande Entrée et en milieu ouvert. Girault *et al.* (2005) notent que l'absence de nettoyage sur des structures comme WJ cause une accumulation de salissures qui ralentit la croissance des pétoncles.

D'après les résultats obtenus de 2001 à 2004, un nettoyage annuel serait insuffisant pour obtenir des bénéfices marqués sur la survie, les pertes ou la croissance de pétoncles. La ponte et la fixation des larves des espèces indésirables et les blooms d'algues peuvent s'étendre sur plusieurs semaines, ce qui expliquerait nos résultats. Gaudet (1994) a noté une augmentation des salissures entre juillet et octobre dans la lagune du Havre aux Maisons. Un lavage hâtif à

l'automne permet de retirer les organismes fixés, mais n'a pas d'effet sur ceux qui se fixeront tard à l'automne. C'est pourquoi, il serait important d'ajuster la fréquence des nettoyages des structures en tenant compte de la période de fixation des organismes indésirables et de celle où la croissance est rapide, ce afin de limiter le colmatage des structures. Selon plusieurs auteurs, les organismes colonisateurs, lorsqu'ils ne sont pas maîtrisés, peuvent causer une mortalité importante, l'altération visuelle et des difficultés lors de l'écaillage des pétoncles (Dabinett et Couturier 1994, Narvate 2003). Cependant, l'impact d'un nettoyage fréquent sur les pétoncles et sur la rentabilité des entreprises n'est pas déterminé. Une manipulation fréquente peut entraîner une diminution de croissance ou la mortalité des individus (Laing *et al.* 1999, Cliche *et al.* 2003).

Même si les résultats ne montrent pas une amélioration de la survie et de la croissance des pétoncles avec le nettoyage des structures, le principal avantage du nettoyage des structures est de maintenir leur flottabilité. Des structures qui touchent le fond sont plus sujettes à être envahies par des prédateurs et à maintenir les pétoncles dans des environnements non favorables à leur survie et à leur croissance. Il devient donc avantageux de nettoyer les structures ou d'ajuster la flottabilité des lignes d'élevage.

Plusieurs approches ont déjà été envisagées pour contrer les effets négatifs de la colonisation des structures, dont les produits antisalissures (Davies *et al.* 1986, Paul et Davies 1986). L'utilisation de tels produits est non recommandée pour la conchyliculture, puisque les mollusques filtreurs pourraient accumuler ces contaminants (Gauthier-Clerc *et al.* 2002, Siah *et al.* 2003). Les effets négatifs de la colonisation des structures d'élevage sur la croissance des pétoncles peuvent être contrés par le remplacement ou le nettoyage fréquent des structures (Claereboudt *et al.* 1994a, Roman *et al.* 1999), en augmentant la profondeur des installations (Fusui *et al.* 1991, Kashin et Maslennikov 1993, Claereboudt *et al.* 1994a, Gaudet 1994, Roman *et al.* 1999) ou par un contrôle biologique (Minchin et Duggan 1989, Ross *et al.* 2004, Brand et Ross 2006).

La mécanisation du nettoyage pourrait simplifier et diminuer les coûts d'entretien des structures. Plusieurs appareils sont offerts sur le marché. Le lavage des BO et des PJ est d'ailleurs possible sur un appareil unique, une compagnie japonaise en distribue déjà (D. Hébert, La Moule du Large, Îles-de-la-Madeleine, comm. pers.).

5.6. Saison de la mise à l'eau

Des résultats de nos travaux, aucune conclusion n'a pu être tirée de l'effet attribuable à la saison de la mise en élevage. L'obtention de taux de survie très variables entre les deux essais permet d'envisager des causes de nature méthodologique et environnementale. Le stress imposé aux pétoncles par les températures froides lors de la mise à l'eau de l'automne 2001 expliquerait une partie des morts. Par ailleurs, la petite taille des pétoncles utilisés serait la cause des pertes importantes, par échappement, de certaines structures.

Il est difficile de comparer la croissance des pétoncles entre les deux essais réalisés aux Îles-de-la-Madeleine puisque les lots de pétoncles utilisés diffèrent entre eux. Pour palier à ce manque d'information, mentionnons que Girault *et al.* (2005) n'ont pas observé d'effet à long terme de la saison de la mise en élevage (juin et octobre 2001) sur la croissance des pétoncles dans la baie de Gaspé.

5.7. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES STRUCTURES D'ÉLEVAGE

Une évaluation détaillée des différentes structures a été réalisée en fonction de la survie, des pertes et de la croissance des pétoncles mis en élevage. Toutefois, la facilité de manutention, d'entretien, de nettoyage et d'entreposage des structures sont des variables à ne pas négliger. Une évaluation qualitative de ces variables a été faite par le personnel impliqué dans la manipulation des différentes structures utilisées.

La BO est une structure légère et compacte qui se manipule facilement, toutefois les lignes peuvent avoir tendance à s'emmêler si elles sont suspendues trop près les unes des autres. Leur coût est abordable et il est possible de réutiliser le cordage. L'accumulation des salissures, particulièrement les moules, est un problème majeur avec cette structure. Lors de la remontée, les pétoncles ont tendance à se détacher lorsque le poids des salissures est élevé. De plus, le nettoyage devient laborieux. Les coquilles de pétoncles ont dû être grattées à la main lors de certains nettoyages parce que les moules ne se détachaient pas avec le jet d'eau sous pression. La mécanisation du nettoyage faciliterait de beaucoup ce travail, mais à la condition de nettoyer régulièrement les structures.

Le FP est long et large, cette structure se manipule plus facilement à deux personnes afin d'éviter les pertes de pétoncles. Il est possible de l'enrouler ce qui facilite les manipulations et l'entreposage. Le nettoyage est généralement aisé du fait que le FP est fabriqué d'un filet à grande maille qui est colonisé surtout par les algues. Un nettoyage qui pourrait facilement être mécanisé. L'inconvénient majeur du FP est la perte importante de pétoncles lors des manipulations, celle-ci étant causée par l'ouverture des pochettes. Il y aurait donc avantage à améliorer le mécanisme de fermeture de ces pochettes.

Le PJ est beaucoup utilisé par les deux entreprises pectinicoles des Îles-de-la-Madeleine. Sa manipulation est facile, son entreposage aisé et sa durée de vie prolongée. Le nettoyage se fait aisément et peut être mécanisé. De plus, il y a peu de fixation de moules si les algues ne sont pas retirées des PJ. Toutefois, l'accumulation des salissures réduit la circulation de l'eau puisque le maillage du filet est assez petit.

L'avantage de la PO est de contenir une grande quantité de pétoncles. Les poches sont installées sur une table benthique. La prédation peut être importante si les poches sont mal fermées. La récupération des PO est plutôt difficile, car la table qui supporte les poches est très lourde et encombrante. Les manipulations des PO peuvent parfois se faire en plongée, ce qui nécessite de les retirer puis de les remettre en place une à une. De plus, il est difficile d'extraire les pétoncles coincés dans les poches. Le Vexar™, matériel utilisé pour la fabrication des poches, est difficile à manipuler. D'après L. Girault (École des pêches et de l'aquaculture du Québec, Grande-Rivière, comm. pers.), certains producteurs utilisent des tables beaucoup plus légères, donc plus faciles à manipuler, et pouvant contenir plus de poches.

La structure WJ est lourde et sa manipulation n'est pas aisée. Les pertes sont faibles lorsque le filet tient en place et que les soucoupes résistent. Mais souvent, elles se brisent facilement et le filet est peu résistant. Le nettoyage est plutôt difficile à cause du grand nombre des moules fixées et de leur forte adhérence.

6. REMERCIEMENTS

Ce projet résulte d'une collaboration entre les compagnies Pétoncles 2000 et Imaqua, le Centre aquicole marin des Îles-de-la-Madeleine du MAPAQ et la Direction des sciences halieutique et de l'aquaculture de Pêches et Océans Canada à l'Institut Maurice-Lamontagne. Il a été rendu possible grâce à la contribution financière du Programme coopératif de recherche et de développement en aquaculture (PCRDA : projet L-01-06-005) et de celle des partenaires de l'industrie mentionnés précédemment. Nous tenons à remercier Mélanie Boudreau, Carole Cyr, Céline Duluc, Jacques Richard, Chantal Vigneau et Sylvain Vigneau pour leur contribution au projet. Nous remercions François Bourque de nous avoir permis d'utiliser ses données de température. Finalement, merci aux réviseurs Hugo Bourdages et Laurent Girault et à l'éditrice Louise Gendron pour leurs commentaires judicieux.

7. RÉFÉRENCES

Agresti, A. 1996. An introduction to categorical data analysis. John Willey and Sons, inc., Toronto, xi + 290 p.

Armstrong, E., J. D. McKenzie et G. T. Goldsworthy. 1999. Aquaculture of sponges on scallops for natural products research and antifouling. J. Biotech. 70 : 163-174.

Barbeau, M. A. et R. E. Scheibling. 1994. Behavioral mechanisms of prey size selection by sea stars (*Asterias vulgaris*, Verril) and crabs (*Cancer irroratus*, Say) preying on juvenile sea scallops (*Placopecten magellanicus*, Gmelin). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 180 : 103-136.

Barbeau, M. A., R. E. Scheibling, B. G. Hatcher, L. H. Taylor et A. W. Hennigar. 1994a. Survival analysis of tethered juvenile sea scallops *Placopecten magellanicus* in field experiments: effect of predators, scallop size and density, site and season. Mar. Ecol. Prog. Ser. 115 : 243-256.

Barbeau, M. A., R. E. Scheibling et B. G. Hennigar. 1994b. Effect of prey size and water temperature on predation of juvenile sea scallops, *Placopecten magellanicus*, by sea star and crabs in laboratory and field experiments. *In* Proceedings of the 9th International Pectinid Workshop, Nanaïmo, B. C., Canada, April 22-27, 1993. Édité par N. F. Bourne, B. L. Bunting et L. D. Townsend. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1 : 12-15.

Barbeau, M. A., R. E. Scheibling et B. G. Hatcher. 1998. Behavioural responses of predatory crabs and sea stars to varying density of juvenile sea scallops. Aquaculture, 169 : 87-98.

Brand, A. R. et K. A. Ross. 2006. Fouling in scallop cultivation: some Isle of Man experiences. J. Shellfish Res. 25(2) : 714.

Bricelj, V. E. et S. E. Shumway. 1991. Physiology: energy acquisition and utilization. *In* Scallops: biology, ecology and aquaculture. Édité par S. E. Shumway. New York, Elsevier, p. 305-346.

Cano, J., M. J. Campos et G. Roman. 2000. Growth and mortality of the king scallop grown in suspended culture in Malaga, Southern Spain. Aquacult. Int. 8 : 207-225.

Claereboudt, M. R., D. Bureau, J. Coté et J. H. Himmelman. 1994a. Fouling developments and its effect on the growth of juvenile giant scallop (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. Aquaculture, 121 : 327-342.

Claereboudt, M. R., J. H. Himmelman et J. Coté. 1994b. Field evaluation of the effect of current velocity and direction on the growth of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, in suspended culture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 183 : 27-39.

Cliche, G. et P. Carrier (éd.). 1998. Compte rendu no. 6. 6e Réunion annuelle de transfert de technologie - Programme REPERE - Îles-de-la-Madeleine, 12 et 13 mars 1997. MAPAQ, D.I.T., v + 79 p.

Cliche, G. et P. Carrier (éd.). 2002. Compte rendu no. 10. 2e Réunion annuelle de transfert de technologie – REPERE II – Carleton, 22-23 février 2001. MAPAQ, D.I.T., iv + 86 p.

Cliche, G. et M. Giguère. 1998. Bilan du programme de recherche sur le pétoncle à des fins d'élevage et de repeuplement (REPERE) de 1990 à 1997. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 247 : x + 74 p.

Cliche, G., M. Giguère, P.-A. Joncas, B. Thomas et S. Vigneau. 1999. Compte rendu. Programme de recherche sur le pétoncle à des fins d'élevage et de repeuplement- Phase II. MAPAQ, D.I.T., ii + 17 p.

Cliche, G., N. Presse, C. Cyr et D. Hébert. 2002. Résultats des essais de préélevage et d'élevage en suspension du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) aux Îles-de-la-Madeleine. *In* Compte rendu no. 10. 2e Réunion annuelle de transfert de technologie, Programme REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 22-23 février 2001. Édité par G. Cliche et P. Carrier. MAPAQ, D.I.T., p. 33-37.

Cliche, G., C. Cyr, D. Hébert et J. Côté. 2003. Optimisation de l'élevage en suspension dans les lagunes de Havre-aux-Maisons et de la Grande Entrée. *In* Compte rendu no. 13. 3e Réunion annuelle de transfert de technologie – REPERE II – Îles-de-la-Madeleine, 7 et 8 mars 2002. Édité par G. Cliche et F. Coulombre. MAPAQ, D.I.T., p. 57-61.

Côté, J. 2003. Bilan des activités de production et de recherche et développement de la compagnie IMAQUA au niveau de l'élevage du pétoncle géant dans la lagune de la Grande Entrée aux Îles-de-la-Madeleine. *In* Compte rendu no. 13. 3e Réunion annuelle de transfert de technologie – REPERE II – Îles-de-la-Madeleine, 7 et 8 mars 2002. Édité par G. Cliche et F. Coulombre. MAPAQ, D.I.T., p. 73-80.

Coté, J., J. H. Himmelman, M. Claereboudt et J. Bonardelli. 1993. Influence of density and depth on the growth of juvenile sea scallop (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50 : 1857-1869.

Coté, J., J. H. Himmelman et M. R. Claereboudt. 1994. Separating effects of limited food and space on growth of the giant scallop *Placopecten magellanicus* in suspended culture. Mar. Ecol. Prog. Ser. 106 : 85-91.

Couturier, C., P. Dabinett et M. Lanteigne. 1995. Scallop culture in Atlantic Canada. *In* Cold-water aquaculture in Atlantic Canada. Édité par A. D. Boghen. Can. Inst. Res. Reg. Develop, Moncton, p. 297-340.

Cranford, P. J. 1995. Relationships between quantity and quality and absorption efficiency in sea scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 189 : 123-142.

Cranford, P. J. et D. C. Gordon Jr. 1992. The influence of dilute clay suspensions on sea scallop (*Placopecten magellanicus*) feeding activity and tissue growth. Netherlands J. Sea Res. 30 : 107-120.

Dabinett, P. et C. Couturier. 1994. Scallop culture in Newfoundland. Bull. Aquacult. Assoc. Can. 3 : 8-11.

Dadswell, M. J. 2001. A review of the status of sea scallop (*Placopecten magellanicus*) aquaculture in Atlantic Canada in the year 2000. Aquacult. Assoc. Can. Spec. Publ. 4 : 72-75.

Dadswell, M. J. et G. J. Parsons. 1991. Potential for aquaculture of sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin 1791) in the Canadian Maritimes using naturally produced spat. *In* An International Compendium of scallop biology and culture, vol. 1. Édité par S. E. Shumway et P. A. Sandifer. World aquaculture society, Baton Rouge, LA, p. 300-307.

Dadswell, M. J. et D. Weighs. 1990. Size-related hydrodynamic characteristics of the giant scallops, *Placopecten magellanicus* (Bivalvia: Pectinidae). Can. J. Zool. 68 : 778-785.

Davies, I. M. et J. D. Paul. 1986. Accumulation of copper and nickel from anti-fouling compounds during cultivation of scallops (*Pecten maximus*) and oysters (*Crassostrea gigas*). ICES, CM 1986/F:12, 10 p.

Davies, I. M., J. C. McKie et J. D. Paul. 1986. Accumulation of tin and tributyl-tin from anti-fouling paint by cultivated scallops (*Pecten maximus*) and pacific oysters (*Crassostrea gigas*). ICES, CM 1986/F:11, 14 p.

Devaraj, M. et G. J. Parsons. 1997. Effects of fouling on current velocities in pearl nets of various mesh sizes. Bull. Aquacult. Assoc. Can. 97(2) : 72-74.

Dickie, L. M. 1958. Effects of high temperature on survival of the giant scallop. J. Fish. Res. Board Can. 15(6) : 1189-1211.

Eckman, J. E., C. H. Peterson et J. A. Calahan. 1989. Effects of flow speed, turbulence, and orientation on growth of juvenile bay scallops *Argopecten irradians concentricus* (Say). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 132 : 123-140.

Emerson, C. W., J. Grant, A. Mallet et C. Carver. 1994. Growth and survival of sea scallop *Placopecten magellanicus*: effects of culture depth. Mar. Ecol. Prog. Ser. 108 : 119-132.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2008. http://www.fao.org/. (mise à jour janvier 2008).

Freites, L., J. Côté, J. H. Himmelman et C. Lodeiros. 1999. Effects of wave action on the growth and survival of the scallops *Euvola ziczac* and *Lyropecten nodosus* in suspended culture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 239 : 47-59.

Frenette, B. et G. J. Parsons. 2001. Salinity-temperature tolerance of juvenile giant scallop *Placopecten magellanicus*. Bull. Aquacult. Ass. Can. Spec. Public. 4 : 76-78.

Fusui, Z., H. Yichao, L. Xiangsheng, M. Jianghu, Q. Lingxin et L. Shuying. 1991. Growth and mortality of bay scallop *Argopecten irradians* cultured at various water-layers in Jiaozhou Bay. J. Fish. China, 15(1) : 42-47.

Gallagher, J. 1999. Survival and growth of ear-hung scallop (*Pecten maximus*) in Mullroy Bay.

In 12th International Pectinid Workshop, 5-11 may 1999, Bergen Norway, p. 139-140.

Garcia-Esquivel, Z., G. Parés-Sierra et L. Garcia-Pamanes. 2000. Effect of flow speed and food concentration on the growth of juvenile scallops *Nodipecten subnodosus*. Cienc. Mar. 26(4) : 621-641.

Gaudet, M. 1994. Bilan des activités expérimentales sur le pré-élevage du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) aux Îles-de-la-Madeleine. *In* Compte rendu no. 2. 2e Réunion annuelle de transfert technologique, Programme REPERE, Îles-de-la-Madeleine 3 et 4 mars 1993. Édité par P. Carrier. MAPAQ, D.R.S.T., p. 13-20.

Gauthier-Clerc, S., J. Pellerin, C. Blaise et F. Gagné. 2002. Delayed gametogenesis of *Mya arenaria* in the Saguenay fjord (Canada): a consequence of endocrine disruptors? Comp. Biochem. Physiol. Part C, 131 : 457-467.

Giguère, M. et L. Poirier. 1980. Essais d'élevage de l'huître américaine, *Crassostrea virginica* (Gmelin), dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine (golfe du Saint-Laurent). MICQ, D.G.P.M., Travaux sur les pêcheries du Québec, no 47, 57 p.

Giguère, M., G. Cliche et S. Brulotte. 1994a. Reproduction cycles of the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin), and the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F.Müller), in Îles-de-la-Madeleine, Canada. J. shellfish Res. 13(1) : 31-36.

Giguère, M., G. Cliche et S. Brulotte. 1994b. Succès de reproduction du pétoncle géant, *Placopecten magellanicus*, dans la lagune de la Grande-Entrée (Îles-de-la-Madeleine, golfe du Saint-Laurent). Bull. Aquacul. Assoc. Can. 94(3) : 16-21.

Gilbert, E. et Y. Leblanc. 1991. La culture du pétoncle géant. État de la situation et analyse bio-économique de différents scénarios d'élevage. MAPAQ, D.R.S.T., 91/01, 132 p.

Girault, L., M.-L. Larrivée et E. Tamigneaux. 2005. Projet expérimental : comparaison de cinq techniques d'élevage de pétoncles géants de la baie de Gaspé. Rapport final 2001-2004, SODIM, 73 p.

Grant, J., C. W. Emerson, A. Mallet et C. Carver. 2003. Growth advantages of ear hanging compared to cage culture for sea scallop, *Placopecten magellanicus*. Aquaculture, 217 : 301-323.

Grecian, L. A., G. J. Parson, P. Dabinett et C. Couturier. 2000. Influence of season, initial size, depth, gear type and stoking density on the growth rates and recovery of sea scallop, *Placopecten magelanicus*, on a farm-based nursery. Aquacult. Int. 8 : 183-206.

Grefsrud, S. E. and O. Strand. 2006. Comparison of shell strength in wild and cultured scallops (*Pecten maximus*). Aquaculture, 251 : 306-313.

Hernandez-Llamas, A. et V. M. Gomez-Munoz. 1996. Growth and survival response of the Catarina scallop *Argopecten circularis* (Sowerby) to stocking density and length of culture period. Aquacult. Res. 27 : 711-719.

Ito, S. et A. Byakuno. 1989. The history of scallop culture techniques in Japan. Australian Scallop Wokshop, Taroona, Australia, Juillet 1988. *In* Proceedings of the Australian scallop workshop, p. 166-181.

Kashin, I. A. et S. J. Maslennikov. 1993. Fouling on constructions for cultivation of the scallop

Mizuhopecten yessoensis. Russian J. Mar. Biol. 19(4) : 281-286.

Kleinman, S., B. G. Hatcher, R. E. Scheibling, L. H. Taylor et A. W. Hennigar. 1996. Shell and tissue growth of juvenile sea scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended and bottom culture in Lunenburg Bay, Nova Scotia. Aquaculture, 142 : 75-97.

Koutitonsky, V. G. et D. Booth. 1996. Modélisation numérique des courants de marée dans les lagunes Le Bassin, Havre-aux-Maisons et Grande-Entrée aux Îles-de-la-Madeleine, golfe du Saint-Laurent. MAPAQ, vi + 20 p.

Koutitonsky, D. et G. Tita. 2004. Temps de renouvellement des eaux dans la lagune de Grande-Entrée aux Îles-de-la-Madeleine. MAPAQ, Rapp. Rech. LHE-04-1, xiii + 57 p.

Koutitonsky, V. G., N. Navarro et D. Booth. 2002. Descriptive physical oceanography of Great-Entry Lagoon, Gulf of St. Lawrence. Estuar. Coast. Shelf Sci. 54 : 883-847.

Kurata, M., Y. Nishida et T. Mizushima. 1996. Fouling organisms attached on culture scallops, *Patinopecten yessoensis*, in Funka Bay (Japan). Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stat. (Japan), 49 : 15-22.

Lafrance, M. 2002. Vitalité des juvéniles de pétoncle géant *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 1791) : impacts de la provenance et des conditions environnementales. Thèse (M.Sc.), Université Laval, Québec, 96 p.

Laing, I., P. F. Millican et N. H. Earl. 1999. Effect of sampling frequency on growth and survival of juvenile scallops (*Pecten maximus*). *In* 12th International Pectinid Workshop, 5-11 may 1999, Bergen Norway. Édité par O. Strand Institute of Marine Research Bergen Norway, p. 47-48.

Lodeiros, C. M. J. et J. H. Himmelman. 1996. Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola* (*Pecten*) *ziczac* (L. 1758) in suspended culture. Aquacult. Res. 27 : 749-756.

Lodeiros, C. J. M. et J. H. Himmelman. 2000. Identification of factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola* (*Pecten*) *ziczac* in the olfo de Cariaco, Venezuela. Aquaculture, 182 : 91-114.

Lopez, D. A., V. A. Riquelme et M. L. Gonzalez. 2000. The effects of epibionts and predators on the growth and mortality rates of *Argopecten purpuratus* cultures in southern Chile. Aquacult. Int. 8 : 431-442.

Lu, Y. et N. J. Blake. 1997. The culture of the southern bay scallop in Tampa Bay, an urban Florida estuary. Aquacult. Int. 5 : 439-450.

MacDonald, B. A. et C. D. Bajdik. 1992. Orientation and distribution of individual *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in two natural populations with differing production. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49 : 2086-2092.

Maguire, J. A. et G. M. Burnell. 2001. The effect of stocking density in suspended culture on growth and carbohydrate content of the adductor muscle in two populations of the scallop (*Pecten maximus* L.) in Bantry Bay, Ireland. Aquaculture, 198 : 95-108.

Manuel, J. L. et M. J. Dadswell. 1991. Swimming behaviour of juvenile giant scallop, *Placopecten megallanicus* (Gmelin): a minimum size for effective swimming. J. Exp.

Mar. Biol. Ecol. 174 : 137-175.

Michaud, J.-C., M. Lévesque, M. Létourneau, S. Noury et S. Dubé. 2005. Étude bioéconomique - Élevage du pétoncle géant dans la baie de Gaspé. Rapport final, SODIM, viii + 99 p.

Minchin, D. et C. B. Duggan. 1989. Biological control of the mussel in shellfish culture. Aquaculture, 81 : 97-100.

Mouland, N. et G. J. Parsons. 1999. Influence of simulated fouling on current in pearl nets. Bull. Aquacult. Assoc. Can. 99(4) : 49-51.

Myrand, B. 1991. Conditions environnementales dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine et paramètres biologiques de la moule bleue. Acte de l'atelier de travail sur la mortalité estivale des moules aux Îles-de-la-Madeleine, Québec, 23-25 avril 1991, Québec, Conseil de l'agriculture et de la pêche de Québec, p. 47-58.

Nadeau, M. et P. Carrier (éd.). 2000. Compte rendu no. 9. 1re Réunion annuelle de transfert de technologie – REPERE II – Îles-de-la-Madeleine, 25-26 février 2000. MAPAQ, D.I.T., iv + 82 p.

Nadeau, M. et G. Cliche. 1998. Predation of juvenile sea scallops (*Placopecten magellanicus*) by crabs (*Cancer irroratus* and *Hyas* sp.) and sea stars (*Asterias vulgaris*, *Leptasterias polaris* and *Crossaster papposus*). J. Shellfish Res. 17(4) : 905-910.

Nadeau, M. et G. Cliche. 2000. Travaux sur la prédation réalisés en 1998 et 1999. *In* Compte rendu no. 9. 1re Réunion annuelle de transfert de technologie, 25-26 février 2000. Édité par M. Nadeau et P. Carrier. MAPAQ, D.I.T., p. 65-68.

Narvate, M. A. 2003. Gowth and survival of the tehuelche scallop *Aquipecten tehuelchus* in culture. Aquaculture, 216 : 127-142.

O'Connor, S. J., M. P. Heasman et W. A. O'Connor. 1999. Evaluation of an alternative suspended culture methods for commercial scallop, *Pecten fumatus* Reeve. Aquaculture, 171 : 237-250.

Osterling, M. J. 1992. Bay scallop (*Argpecten irradians irradians*) culture in Virginia. *In* Aquaculture '92, Orlando, FL (USA), 21-25 May 1992, p. 175-176.

Parsons, G. J. et M. J. Dadswell. 1992. Effect of stocking density on growth, production, and survival of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, held in intermediate culture in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. Aquaculture, 103 : 291-309.

Parsons, G. J. et M. J. Dadswell. 1994. Evaluation of intermediate culture techniques, growth, and survival of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. Can. Tech. Rep. Fish. Aqua. Sci. 2012 : 29 p.

Paul, J. D. et I. M. Davies. 1986. Effects of copper and tin-based anti-fouling compound on the growth of scallops (*Pecten maximus*) and oysters (*Crassostrea gigas*). Aquaculture, 54 : 191-203.

Penney, R. W. et T. J. Mills. 1997. Effect of spat grading and net mesh size on the growth and survival of juvenile cultured sea scallop, *Placopecten magellanicus*, in Newfoundland. Bull. Aquacult. Assoc. Can. 96(3) : 80-82.

Pilditch, C. A. et J. Grant. 1999a. Effect of temperature fluctuations and food supply on the

growth and metabolism of juvenile sea scallop (*Placopecten magellanicus*). Mar. Biol. 134 : 235-248.

Pilditch, C. A. et J. Grant. 1999b. Effect of variations in flow velocity and phytoplankton concentration on sea scallop (*Placopecten magellanicus*) grazing rate. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 240 : 111-136.

Pilditch, C. A., C. W. Emerson et J. Grant. 1997. Effect of scallop shells and sediment grain size on phytoplankton flux to the bed. Cont. Shell Res. 17(15) : 1869-1885.

Qisheng, T., F. Jianguang et L. Hui. 2002. Development of mussel aquaculture in China. Bull. Aquacult. Assoc. Can. 102(3) : 66-74.

Rheault, R. B. et M. A. Rice. 1996. Food-limited growth and condition index in the eastern oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin 1791), and the bay scallop, *Argopecten irradians irradians* (Lamarck 1819). J. Shellfish Res. 15(2) : 271-283.

RMQ (Regroupement des mariculteurs du Québec). 2007. Compte rendu no. 31. Rendez-vous maricole : édition 2004, Cap-aux-Meules, du 24 au 27 février 2004. MAPAQ, D.I.T., CD-ROM.

Roman, G., M. J. Campos, C. P. Acosta et J. Cano. 1999. Growth of the queen scallop (*Aquipecten opercularis*) in suspended culture: influence of density and depth. Aquaculture, 178 : 43-62.

Ross, K. A., J. P. Thorpe, T. A. Norton et A. R. Brand. 2002. Fouling in scallop cultivation: help or hindrance? J. Shellfish Res. 21(2) : 539-547.

Ross, K. A., J. P. Thorpe et A. R. Brand. 2004. Biological control of fouling in suspended scallop cultivation. Aquaculture, 229 : 99-116.

Roy, S., P. Mayzaud et P. Souchu. 1991. Environnement physico-chimique et trophique d'un site mytilicole, Îles-de-la-Madeleine (Québec) : II. Matière particulaire, composition biochimique et productivité primaire. *In* Le golfe du Saint- Laurent: petit océan ou grand estuaire? Édité par J.-C. Therriault. Publ. spéc. can. sci. halieut. aquat. 113, p. 219-230.

Siah, A., J. Pellerin, J.-C. Amiard, E. Pelletier et L. Viglino. 2003. Delayed gametogenesis and progesterone levels in soft-shell clams (*Mya arenaria*) in relation to in situ contamination to organotins and heavy metals in the St. Lawrence River (Canada). Comp. Biochem. Physiol. 135 : 145-156.

Soldatova, I. N., O. G. Reznichenko et Y. A. Tsikhon-Lukanina. 1985. Characteristics of fouling of a mariculture installation for the Primorskiy scallop. Oceanology, 25(3) : 398-402.

Stevens, P. M. 1987. Response of excised gill tissues from the New Zealand scallop *Pecten novaezelandiae* to suspended silt. N. Z. J. Mar. Freshw. Res. 21 : 605-614.

Stewart, P. L. et S. H. Arnold. 1994. Besoins environnementaux et réactions aux activités humaines du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) dans l'est du Canada. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2005 : ix + 39 p.

Strand, O., P. T. Solberg, K. K. Andersen et T. Magnesen. 1993. Salinity tolerance of juvenile scallops (*Pecten maximus* L.) at low temperature. Aquaculture, 115 : 169-179.

Thórarinsdóttir, G. 1994. The iceland scallop, *Chlamys islandica* (O. F. Müller), in Breidafjördur, west Iceland. III. Growth in suspended culture. Aquaculture, 120 : 295-303.

Uribe, E. et I. Etchepar. 2002. Effects of biofouling by *Ciona intestinalis* on suspended culture of *Argopecten purpuratus* in Bahia Inglesa, Chile. Bull. Aquacult. Assoc. Can. 102(3) : 93-95.

Ventilla, R. F. 1982. The scallop industry in Japan. Adv. Mar. Biol. 20 : 309-382.

Werstink, G. 2007. Évaluation du potentiel conchylicole des Îles-de-la-Madeleine (Québec, Canada) : une analyse multicritères combinée à un système géographique. Thèse (M.Sc.), Université du Québec, Rimouski, vii + 109 p.

Wildish, D. J. et A. M. Saulnier. 1992. The effect of velocity and flow direction on the growth of juvenile and adult giant scallops. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 133 : 133-143.

Wildish, D. J. et A. M. Saulnier. 1993. Hydrodynamic control of filtration in *Placopecten magellanicus*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 174 : 65-82.

Wildish, D. J., D. D. Kristmanson, R. L. Hoar, A. M. DeCoste, S. D. McCormisk et A. W. White. 1987. Giant scallop feeding responses to flow. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 113 : 207-220.

Wildish, D. J., A. J. Wilson, W. Young-Lai, A. M. DeCoste, D. E. Aiken et J. D. Martin. 1988. Biological and economic feasibility of four growth-out methods for the culture of giant scallops in the Bay of Fundy. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1658 : 21 p.

Wildish, D. J., D. D. Kristmanson et A. M. Saulnier. 1992. Interactive effect of velocity and seston concentration on giant scallop feeding inhibition. J. Exp Mar. Biol. Ecol. 155 : 161-168.

Yamamoto, G. 1956. Habitats of spat of the scallop, *Pecten yessoensis* (Jay), which turned to bottom life. Sci. Rep. Tôhoku Univ. (Biol.), 22 : 149-156.

Annexe 1. Analyse de coûts selon différents scénarios d'élevage du pétoncle géant dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine.

Une analyse de coûts a été effectuée pour divers scénarios d'élevage en suspension du pétoncle géant dans les lagunes de la Grande Entrée et du Havre aux Maisons aux Îles-de-la-Madeleine. Elle vise à déterminer les coûts imputables aux différents scénarios d'élevage expérimentés dans les lagunes. Cette analyse est basée sur les paramètres de croissance obtenus lors des essais d'élevage de 2001 à 2004, de survie obtenus par les entreprises pectinicoles des Îles-de-la-Madeleine au cours des mêmes années et des bénéfices du nettoyage des structures d'après les résultats disponibles dans la littérature. Les valeurs de survie et d'effet du nettoyage utilisées sont plus optimistes que celles obtenues lors des travaux de terrain (à cause des problèmes logistiques), mais correspondent à celles observées chez les pectiniculteurs madelinots.

Cette analyse se distingue de l'étude de Michaud *et al.* (2005) par les sites étudiés, mais également par les scénarios considérés et la méthode financière utilisée. L'analyse de coûts présentée dans ce document traite des élevages faits dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine, tandis que l'autre traite des élevages menés en mer dans la baie de Gaspé. La première compare divers scénarios d'élevage, l'autre cherche à évaluer la rentabilité de divers projets. La méthode financière utilisée par Michaud *et al.* (2005) prend notamment en compte les frais d'exploitation incluant les frais de gestion, les coûts d'amortissement sur l'immobilisation, les taux d'intérêt, d'imposition et d'inflation, de même que les rentrées d'argent anticipées. L'analyse présentée dans les paragraphes qui suivent se base principalement sur les coûts unitaires de production. Ceux-ci permettent de comparer les scénarios entre eux et donnent un indice sur la rentabilité du projet, mais cette analyse ne doit pas être perçue comme une étude de rentabilité.

Cette analyse de coûts est basée sur des calendriers de production conçus pour différents scénarios avec ou sans nettoyage des structures pour une production en BO, en FP et en PO (Tableau A). Comme base commune de l'étude, tous les scénarios prévoient l'achat de 1 000 000 pétoncles de 1 an à un coût unitaire de 0,028 $. La taille moyenne initiale des pétoncles est d'environ 15 mm. Une mise en préélevage d'une durée d'un an en paniers japonais (100 pétoncles/panier) est prévue pour chacun des scénarios. Une seconde année de préélevage en paniers japonais (25 pétoncles/panier) est nécessaire pour les pétoncles qui seront élevés en BO. Un taux de récupération annuel de 85 % est utilisé comme hypothèse à chaque intervention, soit chaque fois que les pétoncles sont changés de structures ou que celles-ci sont lavées. Pour les structures sans nettoyage, ce taux est réduit à 82 % dès la seconde année de mise en élevage. De plus, un nettoyage annuel des structures d'élevage est prévu pour les scénarios 2, 4 et 6, sauf lors de l'année de la récolte. Le nombre d'années d'élevage dépend du temps nécessaire pour obtenir des pétoncles de 108 à 120 mm, soit trois ans en BO, quatre ans en FP et cinq ans en PO. Les scénarios établis sont basés sur une mise en élevage, des nettoyages et une récolte à l'automne. Toutefois, tout dépendant de l'intérêt de l'industrie, la mise en élevage et les nettoyages pourraient se faire soit à l'automne ou au printemps.

Tableau A. Scénarios de base de l'analyse de coûts selon la structure, boucle d'oreille (BO), filet à pochettes (FP) et poche ostréicole (PO), en fonction de l'année de production, ainsi que la quantité finale de pétoncles géants et leur taille.

Année de production	BO Scénarios 1 et 2 [1]	FP Scénarios 3 et 4 [1]	PO Scénarios 5 et 6 [1]
Année 0	achat [2] + prééelevage	Achat [2] + prééelevage	Achat [2] + prééelevage
Année 1	prééelevage	élevage	élevage
Année 2	élevage	élevage (1an) [3]	élevage (1an) [3]
Année 3	élevage (1an) [3]	élevage (2ans) [3]	élevage (2ans) [3]
Année 4	élevage (2ans) [3]	élevage (3ans) [3]	élevage (3ans) [3]
Année 5	élevage (3ans) + récolte	élevage (4ans) + récolte	élevage (4ans) [3]
Année 6			élevage (5ans) + récolte
Quantité finale de pétoncles [4]	**412 938 (443 705)**	**398 363 (443 705)**	**326 658 (377 150)**
Taille finale [4]	**117 mm (123 mm)**	**114 mm (123 mm)**	**108 mm (120 mm)**

[1] Les structures des scénarios 1, 3 et 5 ne sont pas nettoyées tandis que celles des scénarios 2, 4 et 6 sont nettoyées annuellement.
[2] Achat de juvéniles de pétoncle géant de 15 mm.
[3] Ajout d'un nettoyage pour les scénarios 2, 4 et 6.
[4] Les informations entre parenthèses font référence aux scénarios 2, 4 et 6 avec nettoyage.

Les taux de survie et de croissance utilisés proviennent d'informations recueillies par les entreprises lors d'essais d'élevage commercial de pétoncles géants. Selon les hypothèses émises, le nettoyage des structures agirait positivement sur la survie et la croissance des pétoncles. La location de l'usine de production (120 $/jour), de deux chariots élévateurs (usine et entrepôt à 70 $/jour chacun) et du bateau sans équipage (31 $/h) est établie comme base de départ ainsi que l'achat d'un entrepôt puisque l'utilisation de celui-ci est sur une base annuelle. Les immobilisations sont amorties et réparties sur les différentes opérations de prééelevage et d'élevage. Les frais généraux sont également répartis sur ces opérations. Les salaires des employés affectés directement à la production varient entre 8,50 et 12,00 $/heure avant les charges sociales. Les temps de travail sont estimés aux meilleurs des connaissances.

Une analyse de sensibilité a également été effectuée afin de cibler les variables les plus sensibles d'une production de pétoncles. L'analyse de sensibilité permet d'évaluer l'effet d'une fluctuation de certaines variables sur le coût unitaire et permet d'orienter les efforts des producteurs vers l'optimisation de ces variables. Un taux de fluctuation de 10 % a été utilisé. Certains seuils de rentabilité ont été déterminés pour les variables les plus influentes.

Le coût unitaire du pétoncle a été évalué à chacune des étapes de production pour chacun des six scénarios étudiés soit trois structures (BO, FP et PO) avec ou sans nettoyage. Le Tableau B présente, pour chaque étape de production, les coûts unitaires ajustés en fonction du nombre total de pétoncles produits. Les résultats obtenus dépendent beaucoup du nombre d'années nécessaire pour que les pétoncles géants atteignent 108 mm ou plus. Toute modification de la taille ciblée aura un impact sur le coût et la rentabilité des divers scénarios.

Tableau B. Coûts unitaires par pétoncle et proportion du montant global pour chaque étape de production selon la structure, sans et avec nettoyage, ajustés en fonction du nombre de pétoncles géants produits pour les six scénarios étudiés.

Scénario	Nettoyage	Achat de pétoncles		Préélevage		Élevage		Global
		$	%	$	%	$	%	$
1. BO	Sans	0,0678	14	0,0615	13	0,3534	73 [1]	**0,4827**
2. BO	2 nettoyages	0,0631	14	0,0565	12	0,3468	74 [2]	**0,4664**
3. FP	Sans	0,0703	13	0,0778	15	0,3817	72	**0,5298**
4. FP	3 nettoyages	0,0631	13	0,0676	13	0,3722	74	**0,5029**
5. PO	Sans	0,0857	14	0,0977	16	0,4176	69	**0,6010**
6. PO	4 nettoyages	0,0742	11	0,0819	12	0,5498	78	**0,7059**

[1] De ce pourcentage, 29 % est lié à la 2e année de préélevage en PJ et 44 % à l'élevage en BO.
[2] De ce pourcentage, 28 % est lié à la 2e année de préélevage en PJ et 46 % à l'élevage en BO.

Selon les hypothèses émises, les scénarios d'élevage utilisant les PO, avec ou sans nettoyage, présentent les coûts unitaires les plus élevés. Il en coûte 0,71 $ pour produire un pétoncle en PO (avec nettoyage) comparativement à 0,47 $ en BO (avec nettoyage). La raison principale en cause est le taux de croissance plus faible dans les PO, ce qui augmente le temps d'élevage de un an, nécessite l'ajout de nettoyage, et réduit la survie (taux de retour) en fin de production. Les PO exigent une année supplémentaire d'élevage, le retour sur l'investissement est donc plus long.

Les scénarios avec BO, avec ou sans nettoyage, sont les plus profitables. Les scénarios avec FP présentent des valeurs intermédiaires. Dans tous les cas, les résultats indiquent qu'environ les trois quarts des coûts de production sont investis à l'étape d'élevage, laquelle nécessite de trois à cinq ans selon le scénario.

Pour les BO et les FP, les scénarios avec nettoyage sont plus avantageux en matière de coûts, de taux de survie et de taille finale atteinte par les pétoncles. Le coût unitaire global est favorable aux scénarios BO et FP avec nettoyage, un gain étant associé à un meilleur taux de survie. Par contre, le scénario PO sans nettoyage présente un coût unitaire inférieur à celui avec nettoyage. Dans ce cas, les frais associés aux quatre opérations de nettoyage surpassent le gain lié à l'augmentation du taux de survie.

À partir du scénario optimal, soit celui des BO avec nettoyage, une analyse de sensibilité a permis de mettre en évidence les variables qui ont le plus d'influence sur le coût unitaire d'une production de pétoncles. Sept variables ont été testées, avec une fluctuation à la baisse de 10 % (Tableau C).

Tableau C. Analyse de sensibilité en prenant pour exemple le scénario 2, soit la structure de boucles d'oreilles (BO) avec nettoyage.

Variable	Fluctuation	Valeurs	Variation du coût unitaire	
			$	%
Quantité initiale de naissain	-10 %	900 000	0,4765 $	2,2 %
	0 %	1 000 000	0,4664 $	0 %
Salaire des manœuvres	-10 %	7,65 $/h	0,4602 $	-1,3 %
	0 %	8,50 $/h	0,4664 $	0 %
Temps pour l'écaillage	-10 %	43 h/sem	0,4677 $	0,3 %
	0 %	48 h/sem	0,4664 $	0 %
Prix du naissain	-10 %	0,025 $/unité	0,4596 $	-1,5 %
	0 %	0,020 $/unité	0,4664 $	0 %
Taux de survie	-10 %	77 %	0,6745 $	45 %
	0 %	85 %	0,4664 $	0 %
Prix de location de l'usine	-10 %	90,00 $/jour	0,4651 $	-0,3 %
	0 %	100,00 $/jour	0,4664 $	0 %
Prix de location du bateau	-10 %	27,90 $/h	0,4628 $	-0,8 %
	0 %	31,00 $/h	0,4664 $	0 %

Une variation dans le taux de survie se répercute fortement sur le coût unitaire. Une fluctuation à la baisse de 10 % du taux de survie entraîne une augmentation de 45 % du coût unitaire global. Le taux de survie apparaît nettement comme la variable la plus sensible. L'influence de cette variable est déterminante sur la rentabilité des fermes d'élevage, peu importe la technologie utilisée.

Dans une moindre mesure, une variation de 1 % à 2 % du coût unitaire est engendrée par une fluctuation de 10 % des variables suivantes : le prix d'achat des juvéniles, la quantité initiale de pétoncles et le salaire des manœuvres. Les prix de location et le temps de travail (l'écaillage a été pris comme exemple) ne représentent pas des variables très sensibles. Seule une fluctuation vraiment importante de ces variables aurait une répercussion notable sur le coût unitaire global.

Il a été démontré dans une étude bioéconomique portant sur le pétoncle géant dans la baie de Gaspé (Michaud *et al.* 2005) que le taux de survie et le prix de vente des pétoncles représentent des variables très sensibles pour lesquelles un changement de valeur peut avoir un impact considérable sur la viabilité de la ferme d'élevage. La courte durée des travaux réalisés aux Îles-de-la-Madeleine a eu pour conséquence que les résultats, et plus particulièrement les taux de survie observés, ne sont pas représentatifs de ceux des entreprises pectinicoles opérant aux Îles-de-la-Madeleine en 2005. Pour contourner cette difficulté, les valeurs de survie de ces dernières ont été utilisées. Des scénarios de production différents de ceux retenus dans les analyses amèneraient des conclusions différentes.

L'analyse de sensibilité a mis en évidence l'impact considérable du taux de survie sur le coût unitaire global. Une fluctuation de 10 % de ce taux entraîne une variation du coût unitaire global de 45 % dans le cas d'une production en BO avec nettoyage. D'après les données de l'analyse de coûts intégrée à l'étude, le seuil de rentabilité, en supposant un prix de vente de 0,63 $/unité

(calibre 10-20 muscles à la livre), serait atteint à un taux de survie se situant entre 78 % et 79 %. Étant donné la forte sensibilité du coût à une variation du taux de survie, toute technologie ou stratégie favorisant un taux de survie optimal est à privilégier. Le prix de vente au distributeur a également un impact direct sur la rentabilité de la ferme.

Le coût pour produire un pétoncle, selon les scénarios évalués, varie entre 0,47 $ et 0,71 $. Dans le cas d'une production de pétoncles de calibre 10-20 se vendant à 0,63 $ l'unité (prix au distributeur) et utilisant la technique des BO avec nettoyage (préélevage en panier japonais) à un coût unitaire de 0,47 $, l'entreprise apparaît évidemment rentable. Il est important de mentionner que le coût de gestion de l'entreprise (personnel administratif et commercial, frais d'expédition, promotion, etc.), n'est pas inclus dans ces calculs de coûts unitaires. Il faut également mentionner que le scénario retenu pour les calculs d'une récolte à l'automne n'est pas le plus favorable, surtout si on veut commercialiser le muscle du pétoncle, car le rendement en chair est beaucoup faible à l'automne qu'au printemps (Girault *et al.* 2005). Par contre, dans le cas d'un prix de vente au distributeur de 0,23 $/unité, pour un calibre 30-40, l'entreprise pourrait difficilement couvrir ses coûts et produirait à perte.

L'élevage de pétoncles présente des risques importants sur le plan financier. De manière à réduire le niveau de risque, la diversification peut représenter une avenue. L'entreprise peut notamment intégrer l'élevage du pétoncle à ses autres activités et produire sur plus d'un site pour minimiser un effet négatif de site. La maîtrise de la technologie de production permet pour sa part d'augmenter l'efficacité de travail et de réduire les coûts. Il faudra également pouvoir compter sur un approvisionnement en juvéniles fiable et de qualité. Le développement de produits dérivés à valeur ajoutée et l'accès à un marché plus structuré, notamment en ce qui a trait aux liens avec les distributeurs, ne peuvent qu'améliorer la situation (Michaud *et al.* 2005).

Annexe 2. Températures moyenne (°C ± écart-type), minimale et maximale par mois pour les lagunes de la Grande Entrée et du Havre aux Maisons en 2001, 2002 et 2004 (Source MAPAQ, Îles-de-la-Madeleine).

Lagune	Mois	Moyenne	Minimum	Maximum
Grande Entrée	21 juin au 7 nov. 2001			
	juin	16,4 ± 0,3	15,9	16,6
	juillet	18,9 ± 1,3	16,6	20,8
	août	19,9 ± 0,7	19,2	21,1
	septembre	18,0 ± 1,2	15,0	20,3
	octobre	13,1 ± 1,9	10,1	15,9
	novembre	8,8 ± 0,6	7,9	9,7
	juillet-août-septembre	18,6 ± 1,4	15,0	21,1
Grande Entrée	17 juin au 23 oct. 2002			
	juin	13,8 ± 2,0	8,7	16,4
	juillet	20,0 ± 1,6	16,2	22,7
	août	22,7 ± 1,7	20,2	25,9
	septembre	18,2 ± 1,5	15,3	20,8
	octobre	12,5 ± 1,9	8,8	15,4
	juillet-août-septembre	20,3 ± 2,5	15,3	25,9
Havre aux Maisons	23 mai au 21 nov. 2001			
	mai	12,0 ±1,3	10,7	14,5
	juin	17,7 ± 2,1	15,1	20,6
	octobre	16,8 ± 1,9	12,8	20,5
	novembre	10,8 ± 2,4	7,5	14,1
Havre aux Maisons	3 juin au 21 nov. 2002			
	juin	12,0 ± 1,7	10,2	15,7
	juillet	16,9 ± 1,3	12,9	18,9
	août	19,0 ± 0,9	16,7	21,3
	septembre	15,2 ± 1,6	12,0	18,0
	octobre	8,4 ± 2,6	3,8	12,9
	novembre	2,8 ± 0,9	1,6	4,4
	juillet-août-septembre	17,0 ± 2,0	12,0	21,3
Havre aux Maisons	20 mai au 18 nov. 2004			
	mai	7,9 ± 0,4	7,3	8,3
	juin	11,2 ± 2,1	7,4	14,4
	juillet	17,4 ± 1,6	14,5	20,5
	août	19,7 ± 0,8	18,2	21,1
	septembre	14,3 ± 2,2	10,3	18,6
	octobre	10,6 ± 1,8	6,7	12,9
	novembre	4,0 ± 1,9	1,2	7,2
	juillet-août-septembre	17,2 ± 2,7	10,3	21,1

Annexe 3. Température (°C), salinité et chlorophylle *a* (µg/l) moyenne (± écart-type), minimale et maximale par mois pour la lagune du Havre aux Maisons du 27 novembre 2002 au 13 mai 2003 (Source MAPAQ, Îles-de-la-Madeleine).

Variable	Mois	Moyenne	Minimum	Maximum
Température				
	novembre	1,9 ± 0,5	1,4	2,5
	décembre	-0,7 ± 0,9	-1,5	1,9
	janvier	-1,6 ± 0,0	-1,6	-1,4
	février	-1,5 ± 0,1	-1,7	-1,3
	mars	-1,3 ± 0,3	-1,7	-0,9
	avril	0,3 ± 0,9	-0,8	3,1
	mai	4,8 ± 1,0	3,3	6,2
Salinité				
	novembre	30,1 ± 0,2	29,9	30,3
	décembre	30,4 ± 0,3	29,8	30,9
	janvier	31,9 ± 0,5	30,9	32,7
	février	32,8 ± 0,3	32,5	33,2
	mars	33,3 ± 0,0	33,1	33,3
	avril	32,0 ± 0,9	30,1	33,2
	mai	29,1 ± 1,5	26,4	31,7
Chlorophylle *a*				
	novembre	0,66 ± 0,09	0,58	0,76
	décembre	1,20 ± 0,79	0,68	4,09
	janvier	0,85 ± 0,13	0,62	1,24
	février	1,35 ± 0,98	0,51	4,11
	mars	5,69 ± 1,82	2,51	7,95
	avril	1,68 ± 0,57	0,73	2,92
	mai	1,79 ± 1,32	0,56	4,62

Annexe 4. Dates de nettoyage et d'échantillonnage et unités dont les pétoncles géants ont été mesurés pour évaluer la croissance selon la période de mise en élevage (essai), le site, la structure et la ligne.

Essai	Site	Structure	Ligne	Date de nettoyage	Date d'échantil.	Unités mesurées
2001	GE1	FP	84870		18-09-2002	1-4-7-11-14
2001	GE1	FP	84873 [1]		08-06-2002	1-4-7-11-14
				09-2002	17-10-2003	tous
2001	GE1	FP	84874 [1]		08-06-2002	1-4-7-11-14
				09-2002	17-10-2003	tous
2001	GE1	FP	84875		17-10-2003	tous
2001	GE1	FP	84879	09-2002		
2001	GE1	FP	84881		18-09-2002	1-4-7-11-14
2001	GE1	FP	84882		17-10-2003	tous
2001	GE1	FP	84883	09-2002		
2001	GE1	FP	84884	09-2002		
2001	GE1	FP	84886 [1]		08-06-2002	1-4-7-11-14
				09-2002	17-10-2003	tous
2001	GE1	FP	84887		17-10-2003	tous
2001	GE1	FP	84888		18-09-2002	1-4-7-11-14
2001	GE1	PJ	84848		18-09-2002	1-3-5
2001	GE1	PJ	84849	09-2002	17-10-2003	1-3-5
2001	GE1	PJ	84850	09-2002	17-10-2003	1-3-5
2001	GE1	PJ	84851	09-2002	17-10-2003	1-3-5
2001	GE1	PJ	84854		18-09-2002	1-3-5
2001	GE1	PJ	84857		18-09-2002	1-3-5
2001	GE1	PJ	84860		08-06-2002	1-3-5
2001	GE1	PJ	84863		08-06-2002	1-3-5
2001	GE1	PJ	84865		17-10-2003	1-3-5
2001	GE1	PJ	84867		17-10-2003	1-3-5
2001	GE1	PJ	84868		08-06-2002	1-3-5
2001	GE1	PJ	84869		17-10-2003	1-3-5
2001	GE1	PO	115		17-10-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE1	PO	211	09-2002	17-10-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE1	PO	225		08-06-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE1	PO	637		18-09-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE1	PO	699	09-2002	17-10-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE1	PO	711		18-09-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE1	PO	713		08-06-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE1	PO	829		17-10-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE1	PO	896	09-2002	17-10-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE1	PO	912		17-10-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE1	PO	916		18-09-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE1	PO	8110		08-06-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE1	WJ	84898	09-2002	17-10-2003	tous
2001	GE1	WJ	84900		08-06-2002	1-4-7-10
2001	GE1	WJ	84903		17-10-2003	tous
2001	GE1	WJ	84904	09-2002	17-10-2003	tous
2001	GE1	WJ	84905		08-06-2002	1-4-7-10
2001	GE1	WJ	84906		18-09-2002	1-4-7-10
2001	GE1	WJ	84907		18-09-2002	1-4-7-10
2001	GE1	WJ	84908	09-2002	17-10-2003	tous
2001	GE1	WJ	84910		18-09-2002	1-4-7-10
2001	GE1	WJ	84911		17-10-2003	tous

Annexe 4. (suite).

Essai	Site	Structure	Ligne	Date de nettoyage	Date d'échantil.	Unités mesurées
2001	GE1	WJ	84912		08-06-2002	1-4-7-10
2001	GE1	WJ	84917		17-10-2003	tous
2001	GE2	FP	84871		11-06-2002	1-4-7-11-14
2001	GE2	FP	84872		11-06-2002	1-4-7-11-14
2001	GE2	FP	84876		10-10-2003	1-4-6-9-11-14
2001	GE2	FP	84877	09-2002	10-10-2003	1-4-6-9-11-14
2001	GE2	FP	84878	09-2002	10-10-2003	1-4-6-9-11-14
2001	GE2	FP	84880		10-10-2003	1-4-6-9-11-14
2001	GE2	FP	84885		17-09-2002	1-4-7-11-14
2001	GE2	FP	84889	09-2002	10-10-2003	1-4-6-9-11-14
2001	GE2	FP	84890		10-10-2003	1-4-6-9-11-14
2001	GE2	FP	84891		17-09-2002	1-4-7-11-14
2001	GE2	FP	84892		17-09-2002	1-4-7-11-14
2001	GE2	FP	84893		11-06-2002	1-4-7-11-14
2001	GE2	PJ	84846		10-10-2003	1-3-5
2001	GE2	PJ	84847		10-10-2003	1-3-5
2001	GE2	PJ	84852		11-06-2002	1-3-5
2001	GE2	PJ	84853		10-10-2003	1-3-5
2001	GE2	PJ	84855		11-06-2002	1-3-5
2001	GE2	PJ	84856		11-06-2002	1-3-5
2001	GE2	PJ	84858	09-2002	10-10-2003	1-3-5
2001	GE2	PJ	84859		17-09-2002	1-3-5
2001	GE2	PJ	84861		17-09-2002	1-3-5
2001	GE2	PJ	84862	09-2002	10-10-2003	1-3-5
2001	GE2	PJ	84864		17-09-2002	1-3-5
2001	GE2	PJ	84866	09-2002	10-10-2003	1-3-5
2001	GE2	PO	110		17-06-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE2	PO	111		10-10-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE2	PO	112		17-06-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE2	PO	114		17-09-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE2	PO	118		10-10-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE2	PO	116	09-2002	10-10-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE2	PO	117		17-06-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE2	PO	714	09-2002	10-10-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE2	PO	717	09-2002	10-10-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE2	PO	751		10-10-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE2	PO	898		17-09-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE2	PO	914		17-09-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2001	GE2	WJ	84894		10-10-2003	1-4-5-7-10
2001	GE2	WJ	84895		11-06-2002	1-4-7-10
2001	GE2	WJ	84896		11-06-2002	1-4-7-10
2001	GE2	WJ	84897	09-2002	10-10-2003	tous
2001	GE2	WJ	84899		17-09-2002	1-4-7-10
2001	GE2	WJ	84901		17-09-2002	1-4-7-10
2001	GE2	WJ	84902	09-2002	10-10-2003	tous
2001	GE2	WJ	84909	09-2002	10-10-2003	tous
2001	GE2	WJ	84913		17-09-2002	1-4-7-10
2001	GE2	WJ	84914		11-06-2002	1-4-7-10
2001	GE2	WJ	84915		10-10-2003	tous
2001	GE2	WJ	84916		10-10-2003	2-3-5-6-7
2001	HAM	FP	69510	1-10-2002	22-11-2003	14 [2]
2001	HAM	FP	69511		01-10-2002	[3]

Annexe 4. (suite).

Essai	Site	Structure	Ligne	Date de nettoyage	Date d'échantil.	Unités mesurées
2001	HAM	FP	69512		17-06-2002	tous
2001	HAM	FP	69513		22-11-2003	7-8 [2]
2001	HAM	FP	69514		17-06-2002	4-7 [2]
2001	HAM	FP	69515	1-10-2002	22-11-2003	[3]
2001	HAM	FP	69516		01-10-2002	12 [2]
2001	HAM	FP	69517		22-11-2003	3-4-8-10-11-13-15
2001	HAM	FP	69518		17-06-2002	14 [2]
2001	HAM	FP	69519	1-10-2002	22-11-2003	10-12 [2]
2001	HAM	FP	69520		01-10-2002	2-4-6-7-9-11-12-14
2001	HAM	FP	69521		22-11-2003	3 [2]
2001	HAM	WJ	69438			
2001	HAM	WJ	69439		01-10-2002	1-4-7-10
2001	HAM	WJ	69440		14-06-2002	1-4-7-10
2001	HAM	WJ	69441	1-10-2002	22-11-2003	1-4-7-10
2001	HAM	WJ	69442		01-10-2002	1-4-7-10
2001	HAM	WJ	69443		22-11-2003	1-4-7-10
2001	HAM	WJ	69444		14-06-2002	1-4-7-10
2001	HAM	WJ	69445	1-10-2002	22-11-2003	1-4-7-10
2001	HAM	WJ	69446		01-10-2002	1-4-7-10
2001	HAM	WJ	69447		22-11-2003	1-4-7-10
2001	HAM	WJ	69448		14-06-2002	1-4-7-10
2001	HAM	WJ	69449	1-10-2002	22-11-2003	1-4-7-10
2002	GE1	FP	84979			
2002	GE1	FP	84980		05-06-2003	1-4-7-11-14
2002	GE1	FP	84981	06-2003		
2002	GE1	FP	84982	16-10-2002	05-06-2003	1-4-7-11-14
2002	GE1	FP	84983			
2002	GE1	FP	84984	16-10-2002	05-06-2003	1-4-7-11
2002	GE1	FP	84985	16-10-2002	05-06-2003	1-4-7-11-14
2002	GE1	FP	84986			
2002	GE1	FP	84987			
2002	GE1	FP	84988			
2002	GE1	FP	84989			
2002	GE1	FP	84990			
2002	GE1	FP	84991			
2002	GE1	FP	84993	06-2003		
2002	GE1	FP	84995	06-2003		
2002	GE1	FP	84997			
2002	GE1	FP	84998		05-06-2003	1-4-7-11-14
2002	GE1	FP	84999			
2002	GE1	FP	85000		05-06-2003	1-4
2002	GE1	PJ	84921		05-06-2003	1-2-3
2002	GE1	PJ	84922	06-2003	02-06-2004	1-2-3-4
2002	GE1	PJ	84924	16-10-2002	05-06-2003	1-2-3-5
2002	GE1	PJ	84925	16-10-2002	05-06-2003	1-2-3-5
2002	GE1	PJ	84926	16-10-2002	02-06-2004	tous
2002	GE1	PJ	84928		23-09-2002	1-3-5
2002	GE1	PJ	84929		23-09-2002	1-3-5
2002	GE1	PJ	84930	16-10-2002	02-06-2004	tous
2002	GE1	PJ	84931		05-06-2003	1-5
2002	GE1	PJ	84932		02-06-2004	1-2-3-4
2002	GE1	PJ	84933		02-06-2004	1-2-3-4

Annexe 4. (suite).

Essai	Site	Structure	Ligne	Date de nettoyage	Date d'échantil.	Unités mesurées
2002	GE1	PJ	84936		02-06-2004	tous
2002	GE1	PJ	84938		23-09-2002	1-3-5
2002	GE1	PJ	84946	06-2003	02-06-2004	1-2-3-4
2002	GE1	PJ	84949		05-06-2003	1-3
2002	GE1	PJ	84950	06-2003	02-06-2004	1-2-3-4
2002	GE1	PJ	84951		02-06-2004	1-2-3-4
2002	GE1	PJ	84947	16-10-2002	05-06-2003	1-3-5
2002	GE1	PJ	84927	16-10-2002	02-06-2004	1-2-3-4
2002	GE1	PO	113	16-10-2002	05-06-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE1	PO	159	06-2003		
2002	GE1	PO	190	16-10-2002	05-06-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE1	PO	199			
2002	GE1	PO	208			
2002	GE1	PO	242	16-10-2002	05-06-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE1	PO	252	06-2003		
2002	GE1	PO	254		24-09-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE1	PO	292	16-10-2002		
2002	GE1	PO	310		05-06-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE1	PO	479		24-09-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE1	PO	489		05-06-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE1	PO	499	16-10-2002		
2002	GE1	PO	549			
2002	GE1	PO	810		24-09-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE1	PO	5510		05-06-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE1	PO	7810	06-2003		
2002	GE1	PO	9610	16-10-2002		
2002	GE1	WJ	60850	16-10-2002		
2002	GE1	WJ	60854		19-09-2002	1-4-7-10
2002	GE1	WJ	60858	16-10-2002	05-06-2003	1-4-7-10
2002	GE1	WJ	60860	16-10-2002		
2002	GE1	WJ	60861		05-06-2003	1-4-7-10
2002	GE1	WJ	60862		05-06-2003	1-4-7-10
2002	GE1	WJ	60863		19-09-2002	1-4-7-10
2002	GE1	WJ	60865	16-10-2002	05-06-2003	1-4-7-10
2002	GE1	WJ	60995			
2002	GE1	WJ	60997	06-2003		
2002	GE1	WJ	84958	06-2003		
2002	GE1	WJ	84962		19-09-2002	1-4-7-10
2002	GE1	WJ	84968	16-10-2002		
2002	GE1	WJ	84970		05-06-2003	1-4-7-10
2002	GE1	WJ	84974	06-2003		
2002	GE1	WJ	84975	16-10-2002	05-06-2003	1-4-7-10
2002	GE1	WJ	84977			
2002	GE1	WJ	84992			
2002	GE1	FP-b [4]	1A		19-09-2002	1-4-7-11-14
2002	GE1	FP-b [4]	2A		19-09-2002	1-4-7-11-14
2002	GE1	FP-b [4]	3A		19-09-2002	1-4-7-11-14
2002	GE1	FP-b [4]	4B		25-06-2003	1-4-7-9-11-14
2002	GE1	FP-b [4]	5B		25-06-2003	1-4-7-9-11-14
2002	GE1	FP-b [4]	6B		25-06-2003	1-4-7-9-11-14-15
2002	GE1	FP-b [4]	10B	16-10-2002	25-06-2003	1-4-7-9-11-14
2002	GE1	FP-b [4]	11B	16-10-2002	25-06-2003	1-4-7-9-11-14

Annexe 4. (suite).

Essai	Site	Structure	Ligne	Date de nettoyage	Date d'échantil.	Unités mesurées
2002	GE1	FP-b [4]	12B	16-10-2002	25-06-2003	1-4-7-9-11-14
2002	GE1	FP-b [4]	1C		24-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	GE1	FP-b [4]	2C		24-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	GE1	FP-b [4]	3C		24-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	GE1	FP-b [4]	4C		24-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	GE1	FP-b [4]	5C		24-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	GE1	PJ-b [4]	1A		19-09-2002	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	2A		19-09-2002	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	3A		19-09-2002	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	4A		19-09-2002	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	5A		19-09-2002	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	6A		19-09-2002	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	1B		25-06-2003	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	2B		25-06-2003	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	3B		25-06-2003	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	7B	16-10-2002	25-06-2003	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	8B	16-10-2002	25-06-2003	1-2-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	9B	16-10-2002	25-06-2003	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	1C		24-06-2004	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	2C		24-06-2004	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	3C		24-06-2004	1-3-5
2002	GE1	PJ-b [4]	4C		24-06-2004	1-3-5
2002	GE2	PJ	84923		23-09-2002	1-3-5
2002	GE2	PJ	84934	14-10-2002		
2002	GE2	PJ	84935	14-10-2002		
2002	GE2	PJ	84937	14-10-2002		
2002	GE2	PJ	84939			
2002	GE2	PJ	84940			
2002	GE2	PJ	84941			
2002	GE2	PJ	84942			
2002	GE2	PJ	84943	14-10-2002		
2002	GE2	PJ	84944		23-09-2002	1-3-5
2002	GE2	PJ	84945			
2002	GE2	PJ	84948		23-09-2002	1-3-5
2002	GE2	PJ	84952	14-10-2002		
2002	GE2	PJ	84953	14-10-2002		
2002	GE2	PJ	84954			
2002	GE2	PJ	84955			
2002	GE2	PJ	84956			
2002	GE2	PJ	84957			
2002	GE2	PO	155	14-10-2002	13-06-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE2	PO	157			
2002	GE2	PO	168		18-09-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE2	PO	191		18-09-2002	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE2	PO	192	14-10-2002		
2002	GE2	PO	194	14-10-2002		
2002	GE2	PO	195			
2002	GE2	PO	253			
2002	GE2	PO	410	06-2003		
2002	GE2	PO	1510		13-06-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE2	PO	2110		13-06-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE2	PO	4910		18-09-2002	30 pét/poche pour 3 poches

Annexe 4. (suite).

Essai	Site	Structure	Ligne	Date de nettoyage	Date d'échantil.	Unités mesurées
2002	GE2	PO	6210	06-2003		
2002	GE2	PO	6910	14-10-2002	13-06-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE2	PO	7110		13-06-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE2	PO	7410	14-10-2002		
2002	GE2	PO	7910	14-10-2002	13-06-2003	30 pét/poche pour 3 poches
2002	GE2	PO	8610	06-2003		
2002	GE2	WJ	60851		13-06-2003	1-3-4-5-7-10
2002	GE2	WJ	60852			
2002	GE2	WJ	60853		13-06-2003	1-4-5-7-10
2002	GE2	WJ	60855	14-10-2002		
2002	GE2	WJ	60856	14-10-2002	13-06-2003	1-2-3-4-7-10
2002	GE2	WJ	60857	06-2003		
2002	GE2	WJ	60859	06-2003		
2002	GE2	WJ	60864	14-10-2002		
2002	GE2	WJ	84959		19-09-2002	1-4-7-10
2002	GE2	WJ	84960	06-2003		
2002	GE2	WJ	84961		19-09-2002	1-4-7-10
2002	GE2	WJ	84963	14-10-2002	13-06-2003	1-2-4-7-10
2002	GE2	WJ	84964		13-06-2003	1-4-5-7-10
2002	GE2	WJ	84967		19-09-2002	1-4-7-10
2002	GE2	WJ	84969			
2002	GE2	WJ	84973			
2002	GE2	WJ	84978	14-10-2002	13-06-2003	1-2-3-4-5-7-8-10
2002	GE2	WJ	84994	14-10-2002		
2002	HAM	BO	26804		09-06-2003	tous
2002	HAM	BO	26823	1-10-2002	09-06-2003	tous
2002	HAM	BO	47457		01-10-2002	tous
2002	HAM	BO	47465		10-06-2004	
2002	HAM	BO	47467	1-10-2002	09-06-2004	tous
2002	HAM	BO	47470		09-06-2003	tous
2002	HAM	BO	47471	9-06-2003	09-06-2004	tous
2002	HAM	BO	47472	1-10-2002	09-06-2003	tous
2002	HAM	BO	47474	5-12-2003	10-06-2004	tous
2002	HAM	BO	47475		01-10-2002	tous
2002	HAM	BO	47476	9-06-2003	09-06-2004	tous
2002	HAM	BO	47477	1-10-2002	09-06-2004	tous
2002	HAM	BO	47482		09-06-2003	tous
2002	HAM	BO	47484	1-10-2002	09-06-2004	tous
2002	HAM	BO	47485	9-06-2003	09-06-2004	tous
2002	HAM	BO	47488		01-10-2002	tous
2002	HAM	BO	47998	1-10-2002	09-06-2003	tous
2002	HAM	BO	51526	5-12-2003		
2002	HAM	FP	9473		09-06-2003	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	26844	1-10-2002	09-06-2003	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	47466	9-06-2003	10-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	47478		01-10-2002	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	47479		09-06-2003	1-4-6-9-14-15
2002	HAM	FP	47486	1-10-2002	09-06-2003	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	47489	9-06-2003	10-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	47490		09-06-2003	1-4-5-6-11-12-14
2002	HAM	FP	47491		01-10-2002	1-6-9-11-14
2002	HAM	FP	47494	1-10-2002	09-06-2003	1-4-6-9-11-14

Annexe 4. (suite).

Essai	Site	Structure	Ligne	Date de nettoyage	Date d'échantil.	Unités mesurées
2002	HAM	FP	51546	9-06-2003	10-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	65485	5-12-2003	10-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	65488	1-10-2002	10-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	69514	5-12-2003	10-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	69518		01-10-2002	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	166972	1-10-2002	10-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	185212	5-12-2003	10-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	FP	185221	1-10-2002	10-06-2004	1-4-6-9-11-14
2002	HAM	PJ	9466	1-10-2002	09-06-2003	1-3-5
2002	HAM	PJ	9467		09-06-2003	1-3-5
2002	HAM	PJ	9469	9-06-2003	09-06-2004	1-3-5
2002	HAM	PJ	9470		01-10-2002	1-3-5
2002	HAM	PJ	9471		09-06-2003	1-3-5
2002	HAM	PJ	9472	1-10-2002	10-06-2004	1-3-5
2002	HAM	PJ	26803	9-06-2003	09-06-2004	1-2-3-5
2002	HAM	PJ	26807	5-12-2003	10-06-2004	1-3-5
2002	HAM	PJ	26849	1-10-2002	09-06-2003	1-3-5
2002	HAM	PJ	47492	9-06-2003	10-06-2004	1-3-5
2002	HAM	PJ	65484		01-10-2002	1-3-5
2002	HAM	PJ	65486		09-06-2003	1-3-5
2002	HAM	PJ	166986	5-12-2003	10-06-2004	1-3
2002	HAM	PJ	166984	1-10-2002	09-06-2003	1-3-5
2002	HAM	PJ	185218	1-10-2002	10-06-2004	1-3-4-5
2002	HAM	PJ	185224		01-10-2002	1-3-5
2002	HAM	PJ	185225	5-12-2003	10-06-2004	1-3-5
2002	HAM	PJ	185228	1-10-2002	10-06-2004	1-3-5
2002	HAM	WJ	26801		09-06-2003	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	26809	1-10-2002	10-06-2004	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	26818		01-10-2002	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	26821	1-10-2002	09-06-2003	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	26830		09-06-2003	1-4-7-9
2002	HAM	WJ	27530	1-10-2002	09-06-2004	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	47468	[5]	09-06-2004	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	47480	9-06-2003	10-06-2004	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	47481		01-10-2002	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	47483		09-06-2003	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	47487	1-10-2002	09-06-2003	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	47493	[5]	09-06-2004	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	65489		10-06-2004	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	69440	1-10-2002	09-06-2003	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	69448		01-10-2002	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	69444		09-06-2004	1-4-7-10
2002	HAM	WJ	185223	1-10-2002	09-06-2004	1-4-7-10

[1] Structure échantillonnée deux fois.
[2] Seul(s) étage(s) avec des pétoncles vivants.
[3] Aucun pétoncle vivant.
[4] Structures avec des pétoncles provenant du lot I-1999b.
[5] Structure ayant subi deux nettoyages, 09-06-2003 et 12-05-2003.

Annexe 5. Taille moyenne (mm ± écart-type) des pétoncles géants morts selon le site, le lot et la structure, sans ou avec nettoyage (N_{4m}, N_{1an}, N_{18m}), initiale (E_0), six mois (E_{6m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001 et initiale (E_0), trois mois (E_{3m}), un an (E_{1an}) et deux ans (E_{2ans}) après celle du printemps 2002.

Mise en élevage de l'automne 2001

Site	Structure	E_0	E_{6m}	E_{1an}	E_{2ans}	
		(initiale)	sans	sans	sans	avec N_{1an}
GE1	FP	38,6 ± 4,2	43,2 ± 1,0	44,3 ± 0,5	47,5 ± 3,5	52,8 ± 4,8
	PJ	40,9 ± 5,3	42,2 ± 0,9	43,1 ± 1,5	42,1 ± 1,3	43,4 ± 0,7
	PO	40,9 ± 5,3	42,9 ± 0,4	46,7 ± 1,0	42,7 ± 0,2	46,1 ± 0,5
	WJ	37,7 ± 4,1	43,6 ± 1,3	43,1 ± 1,5	41,6 ± 1,3	44,7 ± 1,7
GE2	FP	38,0 ± 4,2	42,4 ± 0,8	43,4 ± 0,9	47,2 ± 2,0	47,4 ± 4,4
	PJ	40,9 ± 5,3	42,3 ± 0,3	42,6 ± 1,2	43,4 ± 0,8	44,3 ± 3,4
	PO	40,9 ± 5,3	46,2 ± 0,8	44,6 ± 2,0	47,2 ± 0,5	46,5 ± 0,2
	WJ	38,5 ± 4,2	42,9 ± 0,8	42,7 ± 1,4	48,3 ± 2,9	44,6 ± 3,9
HAM	FP	35,2 ± 3,7	40,8 ± 1,5	40,9 ± 1,7	40,4 ± 2,0	38,7 ± 2,5
	WJ	38,4 ± 2,9	43,7 ± 0,8	44,1 ± 0,9	47,1 ± 4,0	49,9 ± 1,4

Mise en élevage du printemps 2002

Site et lot	Structure	E_0	E_{3m}	E_{1an}		E_{2ans}			
		(initiale)	sans	sans	avec N_{4m}	sans	avec N_{4m}	avec N_{1an}	avec N_{18m}
GE1 – I-2000									
	FP	40,5 ± 3,2		41,9 ± 2,0	43,2 ± 2,3				
	PJ	36,1 ± 4,7	36,7 ± 1,3	38,4 ± 0,1	38,5 ± 1,1	42,5 ± 1,3	48,6 ± 3,3	40,6 ± 2,7	
	PO	36,1 ± 4,7	37,0 ± 0,7	40,4 ± 2,9	41,2 ± 1,1				
	WJ	40,0 ± 2,7	43,6 ± 1,9	45,6 ± 2,0	47,0 ± 0,5				
GE1 – I-1999b									
	FP	56,7 ± 9,8	64,7 ± 1,0	64,9 ± 3,3	67,4 ± 3,2	67,8 ± 6,4			
	PJ	56,7 ± 9,8	58,5 ± 1,9	64,1 ± 0,9	68,2 ± 1,9	63,9 ± 2,5			
GE2 – I-2000									
	PJ	36,1 ± 4,7	38,6 ± 2,1						
	PO	36,1 ± 4,7	36,9 ± 1,2	43,2 ± 0,5	43,0 ± 2,1				
	WJ	41,6 ± 2,8	41,6 ± 1,1	49,1 ± 2,1	46,7 ± 1,0				
HAM – P-1999									
	BO	64,1 ± 4,7	65,0 ± 3,4	72,0 ± 2,7	75,0 ± 3,3	76,9	80,1 ± 1,8	79,9 ± 4,6	85,7
	FP	63,9 ± 4,7	62,2 ± 0,7	64,7 ± 1,0	66,3 ± 1,8		71,5 ± 2,2	70,4 ± 3,2	70,2 ± 4,9
	PJ	64,2 ± 4,6	64,8 ± 0,8	70,1 ± 1,9	70,3 ± 1,0		72,8 ± 1,7	71,9 ± 1,4	73,1 ± 1,0
	WJ	63,6 ± 4,2	64,9 ± 1,3	69,8 ± 2,3	68,5 ± 1,1	73,2 ± 0,2	75,4 ± 3,1	75,8	75,4 ± 1,6

Annexe 6. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des taux de survie des pétoncles géants entre les sites, avec deux structures sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001.

Source	*n*	Degré de liberté	Khi^2	$P > Khi^2$
Site (GE1, GE2 et HAM)	16	2	75,05	**< 0,001**
Structure (FP et WJ)		1	0,29	0,5906
Site*structure		2	20,78	**< 0,001**
GE1 vs GE2			0,46	0,4964
GE1 vs HAM			45,81	**< 0,0001**
GE2 vs HAM			55,84	**< 0,0001**
FP vs WJ			0,29	0,5899
FP : GE1 vs GE2			3,54	0,0597
FP : GE1 vs HAM			40,93	**< 0,0001**
FP : GE2 vs HAM			66,52	**< 0,0001**
WJ : GE1 vs GE2			0,87	0,3521
WJ : GE1 vs HAM			8,71	**0,0032**
WJ : GE2 vs HAM			4,82	**0,0282**
GE1 : FP vs WJ			1,56	0,2111
GE2 : FP vs WJ			18,95	**< 0,0001**
HAM : FP vs WJ			7,02	**0,0081**

Annexe 7. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des taux de survie des pétoncles géants entre les structures sans nettoyage par site, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001.

Site	Source	*n*	Degré de liberté	Khi^2	$P > Khi^2$
GE1	Structure	11	3	12,55	**0,0057**
	FP vs PJ			1,93	0,1643
	FP vs PO			0,03	0,8731
	FP vs WJ			1,56	0,2110
	PJ vs PO			7,90	**0,0049**
	PJ vs WJ			9,97	**0,0016**
	PO vs WJ			2,55	0,1106
GE2	Structure	12	3	26,73	**< 0,0001**
	FP vs PJ			16,18	**< 0,0001**
	FP vs PO			25,05	**< 0,0001**
	FP vs WJ			18,95	**< 0,0001**
	PJ vs PO			0,30	0,5834
	PJ vs WJ			1,48	0,2236
	PO vs WJ			0,95	0,3306
HAM	Structure	5	1	7,18	**0,0074**
	FP vs WJ			7,02	**0,0081**

Annexe 8. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des taux de survie des pétoncles géants entre les structures sans nettoyage par site et lot, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002.

Site – lot	Source	*n*	Degré de liberté	Khi^2	$P > Khi^2$
GE1 – I-2000	Structure	12	3	157,97	**< 0,0001**
	FP vs PJ			27,00	**< 0,0001**
	FP vs PO			7,42	**0,0064**
	FP vs WJ			1,14	0,2854
	PJ vs PO			153,85	**< 0,0001**
	PJ vs WJ			44,79	**< 0,0001**
	PO vs WJ			1,99	0,1581
GE1 – I-1999b	Structure	6	1	1,59	0,2071
	FP vs PJ			1,59	0,2077
GE2 – I-2000	Structure	6	1	24,75	**< 0,0001**
	PO vs WJ			23,77	**< 0,0001**
HAM – P-1999	Structure	12	3	22,29	**< 0,0001**
	BO vs FP			10,85	**0,0010**
	BO vs PJ			0,74	0,3886
	BO vs WJ			0,01	0,9221
	FP vs PJ			9,48	**0,0021**
	FP vs WJ			17,78	**< 0,0001**
	PJ vs WJ			0,98	0,3228

Annexe 9. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des taux de survie des pétoncles géants entre les deux niveaux de nettoyage (sans et avec) par site et structure, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001.

Site	Source	*n*	Degré de liberté	Khi^2	$P > Khi^2$
GE1	Structure FP	6	1	0,27	0,6059
	Structure PJ	6	1	11,12	**0,0009**
	Structure PO	6	1	14,81	**0,0001**
	Structure WJ	6	1	0,69	0,4051
GE2	Structure FP	6	1	1,70	0,1927
	Structure PJ	6	1	8,05	**0,0045**
	Structure PO	6	1	3,43	0,0638
	Structure WJ	6	1	8,35	**0,0039**
HAM	Structure FP	6	1	11,19	**0,0008**
	Structure WJ	5	1	5,89	**0,0152**

Annexe 10. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des taux de survie des pétoncles géants entre les deux niveaux de nettoyage (sans et avec) par site, lot et structure, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002.

Site – lot	Source	*n*	Degré de liberté	Khi^2	$P > Khi^2$
GE1 – I-2000	Structure FP	6	1	5,90	**0,0151**
	Structure PJ	6	1	31,83	**< 0,0001**
	Structure PO	6	1	30,91	**< 0,0001**
	Structure WJ	6	1	16,37	**< 0,0001**
GE1 – I-1999b	Structure FP	6	1	15,02	**0,0001**
	Structure PJ	6	1	0,29	0,5903
GE2 – I-2000	Structure PO	6	1	4,02	**0,0450**
	Structure WJ	6	1	3,11	0,0776
HAM – P-1999	Structure BO	6	1	6,84	**0,0089**
	Structure FP	6	1	8,21	**0,0042**
	Structure PJ	6	1	3,04	0,0812
	Structure WJ	6	1	4,49	**0,0340**

Annexe 11. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des pertes de pétoncles géants entre les sites, avec deux structures sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001.

Source	*n*	Degré de liberté	Khi^2	$P > Khi^2$
Site (GE1, GE2 et HAM)	16	2	53,46	**< 0,001**
Structure (FP et WJ)		1	18,04	**< 0,001**
Site*structure		2	53,02	**< 0,001**
GE1 vs GE2			0,18	0,6731
GE1 vs HAM			43,16	**< 0,0001**
GE2 vs HAM			43,55	**< 0,0001**
FP vs WJ			18,22	**< 0,0001**
FP : GE1 vs GE2			0,02	0,8847
FP : GE1 vs HAM			77,96	**< 0,0001**
FP : GE2 vs HAM			102,39	**< 0,0001**
WJ : GE1 vs GE2			0,65	0,4206
WJ : GE1 vs HAM			0,69	0,4064
WJ : GE2 vs HAM			0,01	0,9173
GE1 : FP vs WJ			0,04	0,8467
GE2 : FP vs WJ			0,75	0,3877
HAM : FP vs WJ			72,18	**< 0,0001**

Annexe 12. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des pertes de pétoncles géants entre les structures sans nettoyage par site, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001.

Site	Source	*n*	Degré de liberté	Khi^2	$P > Khi^2$
GE1	Structure	11	3	60,99	**< 0,0001**
	FP vs PJ			26,16	**< 0,0001**
	FP vs PO			34,40	**< 0,0001**
	FP vs WJ			0,04	0,8467
	PJ vs PO			0,30	0,5848
	PJ vs WJ			28,12	**< 0,0001**
	PO vs WJ			40,32	**< 0,0001**
GE2	Structure	12	3	78,73	**< 0,0001**
	FP vs PJ			36,74	**< 0,0001**
	FP vs PO			21,11	**< 0,0001**
	FP vs WJ			0,75	0,3877
	PJ vs PO			13,49	**0,0002**
	PJ vs WJ			46,78	**< 0,0001**
	PO vs WJ			36,37	**< 0,0001**
HAM	Structure	5	1	87,09	**< 0,0001**
	FP vs WJ			72,18	**< 0,0001**

Annexe 13. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des pertes de pétoncles géants entre les structures sans nettoyage par site et lot, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002.

Site – lot	Source	*n*	Degré de liberté	Khi^2	$P > Khi^2$
GE1 – I-2000	Structure	12	3	36,26	**< 0,0001**
	FP vs PJ			27,87	**< 0,0001**
	FP vs PO			25,43	**< 0,0001**
	FP vs WJ			3,28	0,0700
	PJ vs PO			4,70	**0,0302**
	PJ vs WJ			12,34	**0,0004**
	PO vs WJ			5,76	**0,0164**
GE1 – I-1999b	Structure	6	1	31,42	**< 0,0001**
	FP vs PJ			18,77	**< 0,0001**
GE2 – I-2000	Structure	6	1	6,49	**0,0108**
	PO vs WJ			5,23	**0,0222**
HAM – P-1999	Structure	12	3	20,70	**0,0001**
	BO vs FP			0,23	0,6334
	BO vs PJ			6,60	**0,0102**
	BO vs WJ			1,04	0,3074
	FP vs PJ			5,91	**0,0151**
	FP vs WJ			3,73	0,0534
	PJ vs WJ			13,45	**0,0002**

Annexe 14. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des pertes de pétoncles géants entre les deux niveaux de nettoyage (sans et avec) par site et structure, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001.

Site	Source	*n*	Degré de liberté	Khi^2	$P > Khi^2$
GE1	Structure FP	6	1	41,40	**< 0,0001**
	Structure PJ	6	1	0,58	0,4470
	Structure PO	6	1	8,18	**0,0042**
	Structure WJ	6	1	8,06	**0,0045**
GE2	Structure FP	6	1	5,63	**0,0176**
	Structure PJ	6	1	1,24	0,2657
	Structure PO	6	1	5,02	**0,0251**
	Structure WJ	6	1	0,22	0,6380
HAM	Structure FP	6	1	30,40	**< 0,0001**
	Structure WJ	5	1	2,08	0,1496

Annexe 15. Résultats de la régression logistique provenant de la comparaison des pertes de pétoncles géants entre les deux niveaux de nettoyage (sans et avec) par site, lot et structure, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002.

Site – lot	Source	*n*	Degré de liberté	Khi^2	$P > Khi^2$
GE1 – I-2000	Structure FP	6	1	4,57	**0,0324**
	Structure PJ	6	1	1,80	0,1794
	Structure PO	6	1	0,40	0,5273
	Structure WJ	6	1	0,03	0,8709
GE1 – I-1999b	Structure FP	6	1	7,78	**0,0053**
	Structure PJ	6	1	19,89	**< 0,0001**
GE2 – I-2000	Structure PO	6	1	52,59	**< 0,0001**
	Structure WJ	6	1	2,02	0,1551
HAM – P-1999	Structure BO	6	1	3,47	0,0624
	Structure FP	6	1	0,41	0,5199
	Structure PJ	6	1	5,16	**0,0231**
	Structure WJ	6	1	12,38	**0,0004**

Annexe 16. Résultats de l'analyse de variance et du test a posteriori provenant de la comparaison de la taille des pétoncles géants vivants entre les sites, avec deux structures sans nettoyage, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001.

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	*n*	R^2
Site (GE1, GE2 et HAM)	2	386,17	4,03	**0,0191**	238	0,200
Structure (FP et WJ)	1	103,74	2,16	0,1428		
Site*structure	2	1 125,18	11,73	**< 0,0001**		

Site	Structure	Taille moyenne	Intervalle de confiance à 95 %	Comparaison [1]
GE1	FP	84,332	82,509 à 86,156	a
	WJ	76,264	74,597 à 77,931	b
GE2	FP	79,300	77,243 à 81,357	b
	WJ	76,270	74,213 à 78,328	b
HAM	FP	74,500	71,088 à 77,912	b
	WJ	80,600	76,285 à 84,915	ab

[1] Des lettres identiques identifient des tailles moyennes similaires.

Annexe 17. Résultats de l'analyse de variance et du test a posteriori provenant de la comparaison de la taille des pétoncles géants vivants entre les structures sans nettoyage par site, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001.

Site	Source	*n*	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	R^2
GE1	Structure (FP, PJ, PO, WJ)	533	3	14 237,47	128,75	**< 0,0001**	0,422
GE2	Structure (FP, PJ, PO, WJ)	367	3	5 712,80	38,20	**< 0,0001**	0,240
HAM	Structure (FP, WJ)	27	1	228,98	6,52	**0,0174**	0,214

Site	Structure	Taille moyenne	Intervalle de confiance à 95 %	Comparaison [1]
GE1	FP	84,332	82,738 à 85,926	a
	PJ	71,399	70,369 à 72,430	c
	PO	67,940	67,222 à 68,658	d
	WJ	76,264	74,807 à 77,721	b
GE2	FP	79,300	77,207 à 81,393	a
	PJ	72,664	71,184 à 74,144	b
	PO	68,328	67,323 à 69,332	c
	WJ	76,270	74,177 à 78,364	a
HAM	FP	74,500	71,443 à 77,560	b
	WJ	80,600	76,733 à 84,467	a

[1] Pour un même site, des lettres identiques identifient des tailles moyennes similaires.

Annexe 18. Résultats de l'analyse de variance et du test a posteriori provenant de la comparaison de la taille des pétoncles géants vivants entre les structures sans nettoyage par site et lot, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002.

Site – lot	Source	*n*	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	R^2
GE1 – I-2000	Structure (FP, PJ, PO, WJ)	512	3	5 886,08	86,41	**< 0,0001**	0,338
GE1 – I-1999b	Structure (FP, PJ)	149	1	13,41	0,34	0,5582	0,002
GE2 – I-2000	Structure (PO, WJ)	413	1	3 095,97	109,07	**< 0,0001**	0,211
HAM – P-1999	Structure (BO, FP, PJ, WJ)	285	3	702,45	8,82	**< 0,0001**	0,086

Site – lot	Structure	Taille moyenne	intervalle de confiance à 95 %	Comparaison [1]
GE1 – I-2000	FP	67,000	65,440 à 68,560	a
	PJ	61,623	60,713 à 62,532	b
	PO	58,597	58,056 à 59,137	c
	WJ	67,343	66,224 à 68,462	a
GE1 – I-1999b	FP	78,773	77,255 à 80,291	a
	PJ	78,169	76,815 à 79,522	a
GE2 – I-2000	PO	57,820	57,250 à 58,389	b
	WJ	65,042	63,807 à 66,276	a
HAM – P-1999	BO	80,872	79,724 à 82,020	a
	FP	80,783	79,474 à 82,092	a
	PJ	78,840	77,669 à 80,011	ab
	WJ	77,056	75,861 à 78,251	b

[1] Pour un même site, des lettres identiques identifient des tailles moyennes similaires.

Annexe 19. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison de la taille des pétoncles géants vivants entre les deux niveaux de nettoyage (sans et avec) par site et structure, deux ans (E_{2ans}) après la mise en élevage de l'automne 2001.

Site	Source	*n*	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	R^2
GE1	Structure FP	169	1	93,15	1,59	0,2097	0,009
	Structure PJ	241	1	140,58	1,48	0,2249	0,006
	Structure PO	510	1	16,74	0,53	0,4655	0,001
	Structure WJ	145	1	540,27	12,46	**0,0006**	0,080
GE2	Structure FP	88	1	0,71	0,01	0,9298	0,000
	Structure PJ	209	1	0,79	0,01	0,9081	0,000
	Structure PO	428	1	137,60	4,48	**0,0348**	0,010
	Structure WJ	125	1	39,38	0,99	0,3208	0,008
HAM	Structure FP	21	1	0,63	0,01	0,9090	0,001
	Structure WJ	36	1	8,14	0,37	0,5500	0,011

Annexe 20. Résultats de l'analyse de variance provenant de la comparaison de la taille des pétoncles géants vivants entre les deux niveaux de nettoyage (sans et avec), par site, lot et structure, un an (E_{1an}) après la mise en élevage du printemps 2002.

Site – lot	Source	*n*	Degré de liberté	Somme des carrés	Valeur de F	P > F	R^2
GE1 – I-2000	Structure FP	101	1	95,55	2,12	0,1487	0,021
	Structure PJ	336	1	328,27	9,80	**0,0019**	0,029
	Structure PO	644	1	84,81	3,63	0,0570	0,006
	Structure WJ	126	1	137,67	5,77	**0,0178**	0,044
GE1 – I-1999b	Structure FP	114	1	10,08	0,21	0,6484	0,002
	Structure PJ	176	1	52,43	1,55	0,2153	0,009
GE2 – I-2000	Structure PO	642	1	1,87	0,07	0,7946	0,000
	Structure WJ	151	1	112,80	5,37	**0,0219**	0,035
HAM – P-1999	Structure BO	175	1	747,88	26,92	**< 0,0001**	0,135
	Structure FP	129	1	194,92	6,72	**0,0107**	0,050
	Structure PJ	170	1	276,94	12,40	**0,0006**	0,069
	Structure WJ	142	1	240,23	11,75	**0,0008**	0,077

Annexe 21. Dénombrement (*n*), taille moyenne, écart-type (É-t), taille minimale (Min) et taille maximale (Max) des crabes communs retrouvés, selon le site, le lot, la structure (Struc.), l'échantillonnage (Éch.) et le nettoyage (Nettoy. : sans et avec) pour les mises en élevage (Essai) de l'automne 2001 et du printemps 2002.

Essai	Site	Lot	Stru.	Éch.	Nettoy.	n [1]	Taille	É-t	Min.	Max.
2001	GE1	I-1999a	PJ	E_{2ans}	sans	6	42.5	4.6	35	47
2001	GE1	I-1999a	PJ	E_{2ans}	N_{1an}	1	42.1			
2001	GE1	I-1999a	PO	E_{2ans}	sans	20	54.0	7.5	38	64
2001	GE1	I-1999a	PO	E_{2ans}	N_{1an}	15	52.0	10.0	31	63
2001	GE2	I-1999a	PJ	E_{2ans}	sans	1	61.0			
2001	GE2	I-1999a	PJ	E_{2ans}	N_{1an}	1	37.3			
2001	GE2	I-1999a	PO	E_{2ans}	sans	3	60.0			
2001	GE2	I-1999a	PO	E_{2ans}	N_{1an}	8	45.8	13.4	26	63
2001	HAM	I-1999a	WJ	E_{2ans}	sans	0				
2001	HAM	I-1999a	WJ	E_{2ans}	N_{1an}	0				
2002	GE1	I-1999b	FP	E_{1an}	sans	2	30.5	3.5	28	33
2002	GE1	I-1999b	FP	E_{1an}	N_{4m}	2	90.0	32.5	67	113
2002	GE1	I-1999b	PJ	E_{1an}	sans	1	21.0			
2002	GE1	I-1999b	PJ	E_{1an}	N_{4m}	0	41.0	4.2	38	44
2002	GE1	I-2000	FP	E_{1an}	sans	0				
2002	GE1	I-2000	FP	E_{1an}	N_{4m}	0				
2002	GE1	I-2000	PJ	E_{1an}	sans	9	26.6	4.8	21	35
2002	GE1	I-2000	PJ	E_{1an}	N_{4m}	2				
2002	GE1	I-2000	PO	E_{1an}	sans	0				
2002	GE1	I-2000	PO	E_{1an}	N_{4m}	9	35.0	20.9	13	88
2002	GE1	I-2000	WJ	E_{1an}	sans	0				
2002	GE1	I-2000	WJ	E_{1an}	N_{4m}	0				
2002	GE2	I-2000	PO	E_{1an}	sans	0				
2002	GE2	I-2000	PO	E_{1an}	N_{4m}	1	31.0			
2002	GE2	I-2000	WJ	E_{1an}	sans	0				
2002	GE2	I-2000	WJ	E_{1an}	N_{4m}	0				
2002	HAM	P-1999	FP	E_{1an}	sans	0				
2002	HAM	P-1999	FP	E_{1an}	N_{4m}	1	26.0			
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{1an}	sans	9	36.0	9.0	25	56
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{1an}	N_{4m}	5	56.6	11.1	45	71
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{1an}	sans	2	31.5	0.7	31	32
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{1an}	N_{4m}	2	41.0	12.7	32	50
2002	GE1	I-2000	PJ	E_{2ans}	sans	8	57.4	7.4	42	65
2002	GE1	I-2000	PJ	E_{2ans}	N_{4m}	6	49.3	18.7	16	64
2002	GE1	I-2000	PJ	E_{2ans}	N_{1an}	7	55.9	8.5	42	68
2002	HAM	P-1999	FP	E_{2ans}	N_{4m}	0				
2002	HAM	P-1999	FP	E_{2ans}	N_{1an}	4	30.0	8.8	17	36
2002	HAM	P-1999	FP	E_{2ans}	N_{18m}	1	65.0			
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{2ans}	N_{4m}	6	29.0	10.2	15	40
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{2ans}	N_{1an}	4	38.8	12.8	32	58
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{2ans}	N_{18m}	3	45.3	19.8	24	63
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{2ans}	sans	0				
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{2ans}	N_{4m}	0				
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{2ans}	N_{1an}	0				
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{2ans}	N_{18m} [2]	0				

[1] Nombre standardisé pour trois structures.

[2] Structures ayant subi deux nettoyages, N_{1an} et N_{18m}.

Annexe 22. Dénombrement (*n*), taille moyenne, écart-type (É-t), taille minimale (Min) et taille maximale (Max) des étoiles de mer retrouvées, selon le site, le lot, la structure (Struc.), l'échantillonnage (Éch.) et le nettoyage (Nettoy. : sans et avec) pour les mises en élevage (Essai) de l'automne 2001 et du printemps 2002.

Essai	Site	Lot	Stru.	Éch.	Nettoy.	*n* [1]	Taille	É-t	Min	Max
2001	GE1	I-1999a	PJ	E_{2ans}	sans	7	35.8	9.5	23	50
2001	GE1	I-1999a	PJ	E_{2ans}	N_{1an}	11	36.1	10.6	23	53
2001	GE1	I-1999a	PO	E_{2ans}	sans	24	33.4	8.8	19	50
2001	GE1	I-1999a	PO	E_{2ans}	N_{1an}	32	36.3	11.3	20	70
2001	GE2	I-1999a	PJ	E_{2ans}	sans	15	39.9	11.0	17	55
2001	GE2	I-1999a	PJ	E_{2ans}	N_{1an}	18	36.5	10.6	24	65
2001	GE2	I-1999a	PO	E_{2ans}	sans	27	32.7	6.2	25	44
2001	GE2	I-1999a	PO	E_{2ans}	N_{1an}	24	39.2	17.0	21	98
2001	HAM	I-1999a	WJ	E_{2ans}	sans	34	8.4	4.4	2	21
2001	HAM	I-1999a	WJ	E_{2ans}	N_{1an}	32	11.5	6.4	4	32
2002	GE1	I-1999b	FP	E_{1an}	sans	62	15.0	14.6	4	83
2002	GE1	I-1999b	FP	E_{1an}	N_{4m}	60	11.7	4.4	5	28
2002	GE1	I-1999b	PJ	E_{1an}	sans	107	11.3	5.3	4	28
2002	GE1	I-1999b	PJ	E_{1an}	N_{4m}	68	13.3	9.3	5	57
2002	GE1	I-2000	FP	E_{1an}	sans	4	19.3	4.1	14	23
2002	GE1	I-2000	FP	E_{1an}	N_{4m}	11	15.4	4.3	7	20
2002	GE1	I-2000	PJ	E_{1an}	sans	38	10.6	3.5	3	17
2002	GE1	I-2000	PJ	E_{1an}	N_{4m}	34	9.5	2.5	5	14
2002	GE1	I-2000	PO	E_{1an}	sans	346	13.6	5.4	3	38
2002	GE1	I-2000	PO	E_{1an}	N_{4m}	233	12.9	7.1	3	80
2002	GE1	I-2000	WJ	E_{1an}	sans	175	10.9	4.8	3	28
2002	GE1	I-2000	WJ	E_{1an}	N_{4m}	18	13.4	4.3	6	22
2002	GE2	I-2000	PO	E_{1an}	sans	237	18.1	9.0	4	78
2002	GE2	I-2000	PO	E_{1an}	N_{4m}	219	18.2	8.7	5	61
2002	GE2	I-2000	WJ	E_{1an}	sans	54	11.2	5.0	4	29
2002	GE2	I-2000	WJ	E_{1an}	N_{4m}	26	13.0	4.9	5	24
2002	HAM	P-1999	FP	E_{1an}	sans	7	28.0	6.3	22	39
2002	HAM	P-1999	FP	E_{1an}	N_{4m}	9	28.1	8.3	19	45
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{1an}	sans	23	29.6	7.9	13	41
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{1an}	N_{4m}	18	29.6	8.9	11	45
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{1an}	sans	22	17.6	9.4	4	35
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{1an}	N_{4m}	8	17.0	11.8	7	43
2002	GE1	I-2000	PJ	E_{2ans}	sans	42	14.0	8.5	4	46
2002	GE1	I-2000	PJ	E_{2ans}	N_{4m}	23	24.8	19.2	7	76
2002	GE1	I-2000	PJ	E_{2ans}	N_{1an}	23	18.3	12.3	5	52
2002	HAM	P-1999	FP	E_{2ans}	N_{4m}	13	22.2	9.8	7	40
2002	HAM	P-1999	FP	E_{2ans}	N_{1an}	21	8.3	4.9	3	21
2002	HAM	P-1999	FP	E_{2ans}	N_{18m}	8	12.8	7.2	4	26
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{2ans}	N_{4m}	23	19.7	12.6	3	60
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{2ans}	N_{1an}	32	29.1	14.9	6	60
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{2ans}	N_{18m}	44	26.1	19.5	5	86
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{2ans}	sans	0				
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{2ans}	N_{4m}	1	15.0			
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{2ans}	N_{1an}	6	14.0	9.9	7	21
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{2ans}	N_{18m} [2]	0				

[1] Nombre standardisé pour trois structures.

[2] Structures ayant subi deux nettoyages, N_{1an} et N_{18m}.

Annexe 23. Dénombrement (*n*), taille moyenne, écart-type (É-t), taille minimale (Min) et taille maximale (Max) des moules bleues retrouvées, selon le site, le lot, la structure (Struc.), l'échantillonnage (Éch.) et le nettoyage (Nettoy. : sans et avec) pour les mises en élevage (Essai) de l'automne 2001 et du printemps 2002.

Essai	Site	Lot	Stru.	Éch.	Nettoy.	*n* [1]	Taille	É-t	Min	Max
2002	GE1	I-1999b	FP	E_{1an}	sans	9	23.1	12.8	3	40
2002	GE1	I-1999b	FP	E_{1an}	N_{4m}	12	35.5	9.6	11	50
2002	GE1	I-1999b	PJ	E_{1an}	sans	44	30.5	6.8	17	46
2002	GE1	I-1999b	PJ	E_{1an}	N_{4m}	4	30.0	2.2	28	33
2002	GE1	I-2000	FP	E_{1an}	sans	0				
2002	GE1	I-2000	FP	E_{1an}	N_{4m}	1	49.0			
2002	GE1	I-2000	PJ	E_{1an}	sans	10	28.7	9.8	18	45
2002	GE1	I-2000	PJ	E_{1an}	N_{4m}	26	37.8	8.1	23	53
2002	GE1	I-2000	PO	E_{1an}	sans	38	19.1	6.8	7	35
2002	GE1	I-2000	PO	E_{1an}	N_{4m}	18	25.2	8.1	12	45
2002	GE1	I-2000	WJ	E_{1an}	sans	2	25.5	5.0	22	29
2002	GE1	I-2000	WJ	E_{1an}	N_{4m}	3	38.3	7.6	30	45
2002	GE2	I-2000	PO	E_{1an}	sans	0				
2002	GE2	I-2000	PO	E_{1an}	N_{4m}	1	31.0			
2002	GE2	I-2000	WJ	E_{1an}	sans	2	43.5	7.1	33	48
2002	GE2	I-2000	WJ	E_{1an}	N_{4m}	3	45.7	4.5	41	50
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{1an}	sans	2	39.5	2.1	38	41
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{1an}	N_{4m}	3	39.0	7.6	31	46
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{1an}	sans	50				
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{1an}	N_{4m}	100				
2002	HAM	P-1999	FP	E_{2ans}	N_{4m}	122	26.4	7.2	11	52
2002	HAM	P-1999	FP	E_{2ans}	N_{1an}	41	27.5	8.1	12	51
2002	HAM	P-1999	FP	E_{2ans}	N_{18m}	35	26.5	10.3	11	60
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{2ans}	N_{4m}	7	24.3	10.0	14	43
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{2ans}	N_{1an}	31	27.1	7.3	15	53
2002	HAM	P-1999	PJ	E_{2ans}	N_{18m}	3	25.0	6.0	19	31
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{2ans}	sans	41	33.2	7.1	20	45
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{2ans}	N_{4m}	240	31.3	8.2	17	53
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{2ans}	N_{1an}	345	33.5	9.6	19	51
2002	HAM	P-1999	WJ	E_{2ans}	N_{18m} [2]	254	28.8	8.9	11	51

[1] Nombre standardisé pour trois structures.

[2] Structures ayant subi deux nettoyages, N_{1an} et N_{18m}.